

Tetra Pak söker nya metoder för att hitta läckor.

Färska livsmedel, exempelvis mjölk, som vi i Sverige är vana vid att hitta i kyldisken, distribueras i många andra länder utanför kylkedjan. Tetra Pak har för detta ändamål bl.a. tagit fram en typ av förpackning med skruvkork. För att innehållet ska behålla sin fräschör krävs att förpackningen är aseptisk, dvs. tät för bakterieintrång. Detta tillgodoses i befintliga förpackningar av ett plastmembran som är svetsat på toppen av korkhalsen. För att öppna förpackningen krävs att membranet avlägsnas. Korken kan användas för att återförsluta förpackningen, men när



Bilden visar förpackningstypen med svetsat membran

förseglingen är bruten kan bakterier ta sig in och hållbarheten, som i obruten förpackning kan vara upp till ett år, blir som för vanlig "Svensk mjölk", d v s ett par dagar i kyl. Att kunna uppnå aseptisk täthet utan membranet är något som intresserar Tetra Pak. Produktutveckling har lett fram till en förpackning där membranet har ersatts av en mekanisk tätning (två ytor som med tryck pressas mot varandra).

För att säkerställa en hög kvalitetsnivå utsätts alla nyutvecklade förpackningar för noggranna tester innan de tas i produktion. Då en mekanisk tätning kan ge upphov till en tillfällig läcka har man sett ett behov av att utveckla speciella testmetoder. Tetra Pak har för detta ändamål startat ett examensarbete för att hitta idéer som kan ingå i en lösning av detta test problem. I denna artikel beskrivs en del av de resultat som framkommit

Förpackningar utsätts för diverse påfrestningar när de distribueras till kunden. För att förpackningens integritet ska förbli intakt krävs en viss robusthet. Tetra Pak har väl utvecklade testmetoder för att kontrollera att förpackningarna lever upp till ställda krav. Skillnaden mellan förpackningstypen med svetsad tätningen och den nyare med mekanisk tätning är att en läcka på en svetsad förpackning är permanent medan den mekaniska tätningen kan ge upphov till temporära läckor. En permanent läcka förenklar testförfarandet betydligt då det finns tid att i lugn och ro undersöka förpackningen. Det ger även möjlighet att förstärka effekten av läckan vid mätning, t.ex. om gas används för att indikera läckan får man tid att stabilisera förutsättningarna för mätningen och därigenom uppnå ett trovärdigare mätvärde. Så är inte fallet med en tillfällig läcka. En mekanisk tätning består i princip av två ytor som med tryck pressas mot varandra. Om en ogynnsam belastning uppstår kan ytorna deformeras och ge upphov till en tillfällig läcka. När förpackningen undersöks efter testet finns kanske inte läckan kvar utan bara eventuella spår av den.

Testmetoden kräver därför att dessa spår kan upptäckas. Med detta i åtanke påbörjades arbetet med att söka lösningar till problemet.

För att samla idéer genomfördes ett antal "brainstorms", dels med personal från Tetra Pak, dels med personer från Lunds tekniska högskola. Detta ledde fram till ett femtiotal idéer. Arbetet med att sälla bland idéerna tillsammans med ett digert sökande på Internet kompletterades av konsultation med specialister inom berörda områden. Idéerna sorterades in under kategorier, som t.ex. kemiska lösningar, gasdetektion, fotavtryck etc. och en grov sortering för att sälla bort de lösningar som av olika anledningar inte var genomförbara gjordes. Det måste påpekas att en fullständig utvärdering av en metod tar lång tid. Inom denna översikt måste vi därför begränsa oss till att presentera ett antal hypotetiskt intressanta förslag som kan bilda en grund för kommande framtagning av nya testmetoder.

Tre kriterier beaktades för varje lösning:

- Metodens egenskaper i form av fysiska prestanda, t.ex. noggrannhet, upplösning, reproducerbarhet, etc.
- Genomförbarhet. Här kommer tidsaspekten in, ett test får av naturliga skäl inte ta för lång tid då stora volymer förpackningar testas. Förpackningar ska även obehindrat kunna utsättas för laster. Arbetsmiljön är ytterligare en aspekt att beakta.
- Signifikans. Kan man lita på resultaten eller påverkar själva mätförfarandet resultatet.

Ett antal intressanta metoder utkristalliserades från utvärderingen men innan dessa presenteras är det av intresse se lite närmre på konsekvensen av temporära läckor.

Vad är det konkret som ska mätas? I realiteten är det bakterier som är av intresse. Det finns testmetoder som grundar sig på bakteriell kontamination. Problemet med dessa är att de tar lång tid att utföra. Bakterierna måste få tid att växa till sig för att det ska vara möjligt att utvärdera testet. Detta tar i regel upp till två veckor. För att skynda på testet är det intressant att använda en metod som baseras på fysiska mätningar eller indikeringar.

Om man som exempel använder en spårgas, är själva idén att läckan ger upphov till att något mätbart ämne kan ta sig in i förpackningen, i detta fall gas. Hur mycket av ämnet som kan tränga in i förpackningen beror på hur stor läckan är och på dess varaktighet, vilket i sin tur beror på belastningens natur och varierar från fall till fall.

Frågan är hur små läckor man kan eller vill mäta. I princip räcker det att en bakterie tränger in i förpackningen för att innehållet ska kontamineras.

Tidigare undersökningar visar att det för en permanent läcka räcker med en läckstorlek på 7 mikrometer för att detta ska kunna ske. Om gas av en volym motsvarande en bakterie (som antas vara klotformad med diametern 1 mikrometer) tränger in i "headspace" (det tomma utrymmet ovanför vätskan i förpackningen) på en förpackning med en volym på c:a 100ml, skulle detta inte ge upphov till något som under normala förhållanden går att mäta. Detta betyder att det troligen inte är möjligt att göra fysiskt grundade tester av temporära läckor lika känsliga som test med bakterier. Det finns en undre gräns för vad som är möjligt att mäta med fysiska tester. Detta behöver dock inte utgöra ett problem. Om en läcka uppstår kan det få så stora

konsekvenser att läckaget blir stort nog att mäta. Man får en "ketchupeffekt". Det finns också möjlighet att statistiskt behandla området under mätbarhet.

Användning av spårgas är den metod som främst utmärker sig. Detta är inte någon okänd metod för Tetra Pak eller övrig förpackningsindustri. Anledningen till att denna metod framhålls som bäst lämpad är känsligheten. Med vissa typer av spårgas och därtill anpassade gassensorer kan mycket små halter av gas upptäckas, ner till miljarddelar av volymen.

När man mäter gas finns det olika sätt att utföra mätningen:

- Ett sätt är att suga ut ett prov för analys.

Detta innebär att analysen av provet kan utföras i utrustning som är anpassad för mycket noggranna mätningar. Förpackningarna är helt fria att utsätta för belastningar och kan i princip komma direkt ifrån produktion vilket gör testen mycket verklighetstrogna. Nackdelen är dock att det endast går att göra ett test på varje förpackning då det krävs att en injektionsnål förs igenom förpackningens vägg. Hålet efter nålen kan sedan ge upphov till läckage som stör nästa prov. Ytterligare en konsekvens av att det inte går att ta mer än ett prov är att halten av spårgas är okänd från början. Detta går dock att kringgå om en gas som inte ingår i den omgivande luften används. Här krävs dock att testet utför i någon form av tät kammare. Det kan dock vara svårt att särskilja en permanent läcka från en temporär.

- En annan variant av utrustning är en lös sensor.

Denna skulle kunna placeras inuti förpackningen och förmedla mätvärden kontinuerligt via trådlös kommunikation. Med denna metod kan miljön i förpackningen övervakas i realtid vilket innebär att förändringar kan tidsbestämmas som gör det lättare att kompensera för störningar i form av permanenta läckor eller diffusion. Nackdelar är att noggrannheten inte är så stor hos denna typ av sensor samt att sensorn måste vara monterad i förpackningen under testet.

Biologiska tester kan användas som komplement. I detta fall finns två varianter som tillåter att förpackningen utsätts för belastningsfall som återspeglar verkligheten:

- Vanligtvis, när biologiska tester utförs, sänks hela förpackningen ner i en buljong av bakterier. Detta gör att vätskan påverkar testet om förpackningen ska belastas. I stället kan man använda en bioaerosol.

I stället kan man använda en bioaerosol.

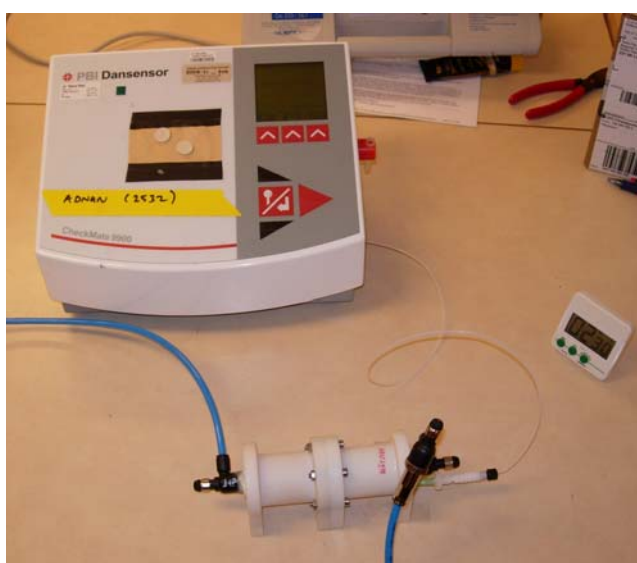
En aerosol kännetecknas av finfördelade partiklar så små att de inte påverkas nämnvärt av gravitationen. Vid belastning av förpackningen sprayas den samtidigt med aerosolen.

Bilden visar en syresensor som är möjlig att montera inuti en förpackning



- Den andra möjligheten är att placera "bakteriebuljong" i utrymmet mellan gängorna under korken på förpackningen. Det viktiga med båda dessa metoder är att bakterierna kommer i kontakt med tätningen för att det ska finnas en möjlighet för dem att ta sig in om en läcka uppstår.

Andra tänkbara metoder är sådana som lämnar visuella spår. Om förpackningen är fylld av en vätska uppblandad med ett färgämne som färgar förpackningsmaterialet är det möjligt att visuella spår i tätningssytorna vittnar om eventuella läckor. Detta kan upptäckas då förpackningen undersöks i mikroskop. En annan möjlighet är att använda en kemikalie som är känslig för någon specifik gas. Kemikalien kan vara innesluten i en transparent behållare som monteras inuti förpackningen. En läcka upptäcks genom att avläsa en förändring av kemikaliens struktur. Det finns utrustning på marknaden som utnyttjar denna idé. Den används för att upptäcka syre men kan kanske modifieras för att reagera på en annan gas och därmed öka känsligheten.



Utrustning som användes i de genomförda testerna

Tetra Pak redan har utrustning för att mäta syrehalten i förpackningar. Därför fanns möjlighet att utföra några enklare tester.

Utrustningen är av typen som suger ut ett prov för analys och har en noggrannhet på $\pm 1\%$ av mätvärdet och en känslighet på 10 ppm (parts per million).

Två tester genomfördes. Det första hade till syfte att testa utrustningens noggrannhet i praktiken. Det andra testet hade för avsikt att testa hur snabbt syre diffunderar in i förpackningarna efter förslutning.

Det första testet genomfördes genom att en lufttät kammare med en volym motsvarande "headspace" i en förpackning evakuerades på syre och därefter injicerades en kontrollerad mängd syre, varpå en mätning genomfördes. Detta upprepades med minskande mängd syre till gränsen för detektering var nådd. Det visade sig att utrustningen levde upp till förväntningarna och förändringar ner till lägsta detektionsnivå gick att utläsa.

Det andra testet genomfördes med ett antal prototypförpackningar av typen med mekanisk tätning. Förpackningarna fylldes med avluftat vatten och sköljdes sedan med kväve för att avlägsna så mycket syre som möjligt. Trettiofem förpackningar förbereddes och under en period på 14 dagar testades fem i taget efter olika tidsintervall. Testet föll dock inte ut till belåtenhet. Syrenivåerna varierade kraftigt i de olika testobjekten. Detta kan ha berott på att syrehalten i förpackningarna varierat då de förbereddes eller förekomst av permanenta läckor.

En lärdom från båda testen är att det troligen blir mycket svårt att använda sig av syre som spårgas då det kräver att förpackningarna är tömda på syre när testningen inleds.

En permanent läcka har, som tidigare nämnts, en kritisk gräns vid sju mikrometer. Det kan anses rimligt att kunna mäta även en temporär läcka av denna storlek. Beräkningar visar dock att det krävs en utrustning som är tiotusen gånger känsligare för denna mätning.

Uträkningar visar att det, även under gynnsamma förhållanden, krävs en utrustning som är tiotusen gånger känsligare för att mäta en temporär läcka som har en geometrisk storlek motsvarande, den för permanenta läckor, kritiska gränsen på sju mikrometer.

Sammanfattningsvis kan man bara konstatera förpackningsindustrin står inför en stor utmaning när man ger sig på att med någon form av mätutrustning påvisa en temporär läcka.

Det är tur att problemet går att lösa på annat sätt; fyll förpackningar med mjölk, utsätt dem för allehanda påfrestningar, förvara dem ett halvår eller så, smakar innehållet fortfarande gott kan man med trygghet konstatera att förpackningarna håller måttet!

För vidare information hänvisar författarna Bengt Westman och Anders Sandberg till den fullständiga rapporten som går att finna under *Publications / Master Theses* på följande länk.

www.iea.lth.se