



## CURS “ DURABILITAT DELS ALIMENTS - ONLINE

### **Nivell essencial**

Inici: 10 juny 2021 (durada 12 hores)

Dates: 10 – 15 – 17 – 22 juny

Horari: 18h a 21h

### **Nivell superior**

Inici: 1 juliol 2021 (durada 9 hores)

Dates: 1 - 6 - 8 juliol

Horari: 18h a 21h

**Pots fer un curs o el curs complet (bàsic i superior), tu decideixes el què més necessites**

*Preu curs complet = 460€*

*Preu curs nivell bàsic = 285€*

*Preu curs nivell superior = 225€*

## CURS “ DURABILITAT DELS ALIMENTS - ONLINE

### **Nivell Essencial**

#### **Presentació:**

En el sentit termodinàmic, els aliments són inestables. Per sort, hi ha barreres per a superar la seva tendència a l'alteració o per a limitar la velocitat dels canvis que origina. De fet, gran part de la tecnologia alimentària es dedica a lliurar una batalla contra aquesta inestabilitat termodinàmica i la durabilitat és el resultat d'aquesta batalla.



L'estudi de la durabilitat ha d'incloure dos aspectes: El coneixement dels canvis rellevants que poden produir-se i els models cinètics de l'evolució. Per exemple, cal saber si es produiran, o no, degradacions de compostos (com vitamines o pigments), formació de compostos no desitjats (com la acrilamida o els compostos resultants del enranciment), agregacions que intervindran en els canvis de textura, inactivació d'enzims i microorganismes, cristallitzacions (com la del midó en el pa o la mantega de cacau en la xocolata) o creixement de microorganismes. I una vegada se sap quines alteracions poden produir-se, cal saber, a quina velocitat ho faran.

Encara que les innovacions en els envasos, les noves tecnologies i els desenvolupament de mètodes d'anàlisi i assaigs han permès estendre la vida útil de molts productes<sup>1</sup>, els fabricants i distribuïdors d'aliments es troben amb circumstàncies canviant que fan necessària una atenció constant a la gestió de la durabilitat. Per una part, els consumidors prefereixen productes, mínimament processats, però amb una vida útil el més llarga possible. Les autoritats sanitàries estableixen requisits sobre la durabilitat dels productes peribles; i les normes referencials (ISO, BRC, IFS) inclouen requisits sobre l'assegurament de la durabilitat.

Per a la gestió efectiva de la durabilitat cal tenir en compte que forma part dels que s'ha denominat "emergents sistèmics"<sup>2</sup>, o sigui, que no poden funcionar correctament, a menys que ho facin tots els seus components: saber, planificar, organitzar, executar, comprovar i corregir<sup>3</sup>

En aquest curs a nivell essencial es desenvoluparan aquests elements a un nivell suficient per a que els assistents puguin aplicar-los a la organització de la gestió de la durabilitat en el seu àmbit de treball. El seu contingut coincideix, en línies generals, amb el dels cursos sobre durabilitat que CRESCA porta organitzant des de fa varis anys.

Està prevista la impartició posterior d'un curs de nivell superior en el que es desenvoluparan nous conceptes que han deixat de ser novetats acadèmiques i s'han anat incorporant a la pràctica habitual de les empreses. D'altra banda, alguns dels conceptes que ja s'inclouen en el curs essencial, es desenvoluparan allà amb major profunditat.

## TEMARI DEL CURS

1. Introducció
2. Enfocs de la durabilitat: determinista, probabilístic.

---

<sup>1</sup> Un exemple notable poden ser les amanides acabades de tallar

<sup>2</sup> Són aquells sistemes en els que no cal confiar en la possible falta de fiabilitat que algun component pugui compensar-se amb redundàncies que mantinguin el sistema operatiu en cas d'error d'aquells components.

<sup>3</sup> Es podria afegir un setè element que fos 'millorar', però s'ha considerat que el contingut de l'element 'saber' s'enriqueix si la millora s'inclou en ell com a conseqüència del coneixement de les amenaces, oportunitats, punts dèbils i punts forts de la organització en relació als mercats en els que es mou o planeja moure's.



3. Manifestacions de l'alteració
  - 3.1. Patològiques
  - 3.2. Nutricionals
  - 3.3. Funcionals
  - 3.4. Sensorials
4. Mecanismes d'alteració
  - 4.1. Microbiològics
  - 4.2. Químics
  - 4.3. Físics
5. Factors que influeixen en la durabilitat: Intrínsecs
  - 5.1. Components
  - 5.2. Activitat de l'aigua/ Temperatura de transició vítria
    - 5.2.1. Efecte de l'activitat de l'aigua sobre les velocitats de les reaccions
    - 5.2.2. Isotermes de sorció d'humitat: Equacions de BET i de GAB
  - 5.3. pH
  - 5.4. Potencial Redox
  - 5.5. Flora microbiana
6. Factors que influeixen en la durabilitat: Extrínsecs
  - 6.1. Envàs
  - 6.2. Relacions temperatura-temps en la distribució
7. Criteris d'acceptació
  - 7.1. Directes: aprecí pels consumidors, compliment de requisits normatius (d'innocuitat o nutricionals)
  - 7.2. Indirectes o subrogats: paràmetres fisicoquímics, assajos microbiològics, assajos sensorials interns.
8. Manifestacions de l'alteració en alguns tipus d'aliments
  - 8.1. Congelats proteics
  - 8.2. Congelats vegetals
  - 8.3. Vegetals frescos o mínimament processats
  - 8.4. Productes rics en carbohidrats
  - 8.5. Productes rics en lípids
9. Principals reaccions d'alteració dels aliments
  - 9.1. Oxidació
  - 9.2. Hidròlisi
  - 9.3. Reaccions enzimàtiques
  - 9.4. Enfosciment no enzimàtic
  - 9.5. Senescència



## 10. Normes legals sobre durabilitat<sup>4</sup>

- 10.1. Reglament (UE)\_1441/2007 que modifica el Regl.2073/2005. Criteris microbiològics
- 10.2. REGLAMENT (UE) 1169/2011 sobre la informació alimentària facilitada al consumidor

## 11. Models matemàtics en durabilitat

- 11.1. Tipus de models
- 11.2. Precaucions en l'ús de models: Validació dels models
- 11.3. Models generals per a reaccions fisicoquímiques
- 11.4. Efecte de la temperatura sobre la velocitat de reacció
- 11.5. Assajos accelerats
- 11.6. Models per a reaccions enzimàtiques
- 11.7. Models per a reaccions d'oxidació
- 11.8. Models per al creixement de microorganismes
  - 11.8.1. Models primaris: velocitat d'alteració en condicions constants
  - 11.8.2. Models secundaris: efectes de factors temperatura, activitat d'aigua i pH
  - 11.8.3. Models terciaris: efecte dels factors sobre la velocitat de reacció

## 12. Ús dels anàlisis sensorials en durabilitat<sup>5</sup>

- 12.1. Problemàtica de l'anàlisi sensorial
- 12.2. Tipus d'assajos sensorials que s'utilitzen en durabilitat
- 12.3. Disseny d'anàlisis sensorials per a avaluar la durabilitat

## 13. Gestió de la durabilitat: aspectes organitzatius<sup>6</sup>

- 13.1. Decisions prèvies a l'estudi
- 13.2. Durabilitat de nous productes
- 13.3. Seguiment de la durabilitat efectiva
- 13.4. Millora de la durabilitat

## **Exercicis i problemes previstos:**<sup>7</sup>

- 1. Càlcul de paràmetres de l'equació de BET
- 2. Càlcul de l'activitat d'aigua de barreges
- 3. Càlcul de la durabilitat d'un aliment que s'altera per absorció d'humitat
- 4. Càlcul de la velocitat de reacció: model primari

---

<sup>4</sup> A part d'aquestes Normes legals hi ha normes sobre la organització per a gestionar la durabilitat i per a la forma de realitzar alguns dels assajos necessaris per a determinar-la, com per exemple els assajos sensorials. Aquest tipus de normes es tractaran en el curs superior

<sup>5</sup> Aquest tema es desenvolupa a nivell bàsic. S'amplia en el curs de nivell superior

<sup>6</sup> Aquest tema es desenvolupa a nivell bàsic. S'amplia en el curs de nivell superior

<sup>7</sup> Per als exercicis, es preveu utilitzar programes de gran difusió, com Microsoft Excel. També es facilitarà, als alumnes, els enllaços a programes de lliure accés per a resoldre problemes que no siguin pràctics de resoldre amb Microsoft Excel; com per exemple el dels models de creixement bacterià.



5. Càlcul de l'efecte de temperatura a partir de les constants de reacció: equació d'Arrhenius
6. Estimació de l'efecte de temperatura a partir de les dades primàries: càlcul en dos passos
7. Càlcul de la durabilitat del producte al canviar la temperatura durant la distribució
8. Càlcul de les constants del model Michaelis-Menten per a reaccions enzimàtiques
9. Càlcul de la durabilitat en alteracions per oxidació de lípids: cas d'envasos totalment impermeables
10. Càlcul de la durabilitat en aliments que s'alteren microbiològicament: us d'aplicacions informàtiques
11. Assaigs organolèptics: proves de diferència: càlcul del número de catadors

## Curs sobre Durabilitat dels Aliments – ONLINE

### Nivell Superior

#### **Presentació:**

Aquest curs complementa els cursos essencials sobre durabilitat dels aliments que porta impartient el CRESCA.

Per una part, s'amplien alguns aspectes de temes ja tractats abans i per altra banda s'introdueixen temes que no estan en el curso essencial, però que l'experiència ha anat demostrant que ja ha superat l'etapa acadèmica i s'han incorporat a les pràctiques habituals de les empreses.

Al igual que en el curs essencial, el concepte subjacent en aquest curs superior és que per a que un sistema de gestió de la durabilitat funcioni de manera efectiva, han de fer-



ho tots els seus components: Saber, planificar, organitzar, executar, comprovar i corregir<sup>8,9</sup>

En aquest curs es posarà èmfasi sobretot en els components planificar, organitzar i comprovar i el seu contingut:

- Requisits normatius i recomanacions relacionades amb la durabilitat, tant des del punt de vista de la organització dels sistemes per a la seva gestió en les empreses, com dels procediments per assegurar la durabilitat, en els aspectes relacionats amb la innocuïtat i en els relacionats amb el valor nutritiu o amb l'acceptació sensorial.
- Relació entre la durabilitat real, externa o de mercat, que és la que perceben els consumidors o usuaris dels productes i la que es pot anomenar durabilitat interna, que és la que es mesura dins de la organització, tant si és amb mètodes d'anàlisis i assajos fisicoquímics o microbiològics como si és amb mètodes sensorials.
- Utilització de models matemàtics i mètodos numèrics en la resolució de casos pràctics. Aquests mètodes s'utilitzen cada vegada més en els treballs acadèmics i també en les grans empreses, però estan poc establerts en la pràctica, en altres tipus d'empreses.<sup>10</sup> Un dels obstacles que es citen és la falta de preparació matemàtica: però el cert és que els models necessaris per als aspectes pràctics, operatius, de la durabilitat, poden ser relativament senzills, almenys en la seva aplicació: la disponibilitat d'eines informàtiques fàcilment assequibles posa a l'abast del professional l'ús habitual de procediments de càlcul que sin aquestes eines resultarien laborioses i tedioses i al mateix temps l'hi permeten solucionar molts problemes sense necessitat de trobar solucions matemàtiques analítiques que puguin exigir una base molt sòlida de coneixements matemàtics. Per exemple, molts dels problemes de modelat matemàtic que requereixen ajustos no lineals poden resoldre's, ja sigui amb complements disponibles per als fulls de càlcul o amb programes gratuïts, dels quals, la seva obtenció i ús, s'inclourà en el curs<sup>11</sup>

En el curs en mantindrà la orientació dels cursos Turbo de CRESCA: Prioritzar l'aprenentatge basat en problemes i en el procés de la seva resolució, respecte l'aprenentatge basat en fets i en continguts.

---

<sup>8</sup> "El treball és esforç, però també és sabiduria i constància; no és aplicar la força bruta a la matèria, sinó saber què es vol fer i perquè i com cal fer-ho i després portar a terme aquesta obra amb fatiga, amb intel·ligència i amb amor, aplicant en cada gest l'herència de varis segles de dedicació i propòsit." Eduardo Mendoza (El año del diluvio)

<sup>9</sup> "No hi ha res que l'hi agradi tant poc a un polític com estar ben informat; fa molt més complexa i difícil la presa de decisions"(J. M. Keynes)

<sup>10</sup> Veure: Ilija Djekica et al. (2019) "Cross-European initial survey on the use of mathematical models in food industry", Journal of Food Engineering, 261 (2019) 109–116, (Resultats del Projecte COST CA15118 (Mathematical and Computer Science Methods for Food Science and Industry – FoodMC))

<sup>11</sup> Les opcions de pagament solen oferir majors prestacions que les gratuïtes, però solen ser cares i a vegades requereixen un esforç notable per a que l'usuari apren a utilitzar-les. Entre les gratuïtes cal distingir entre les que es presenten en forma directament utilitzable per l'usuari i les que impliquen l'aprenentatge d'un determinat llenguatge de programació. Les primeres solen oferir un número d'opcions limitades i les segones són d'una gran potència, però exigeixen aprendre a utilitzar el llenguatge corresponent. Cal valorar el balanç entre les avantatges comparatives que ofereixen, la freqüència amb què es preveu utilitzar les diferents possibilitats que contenen i la inversió que requereixen, en termes econòmics i de temps d'aprenentatge.



## Temari

1. Normes i guies relacionades amb la durabilitat
  - 1.1. Normes<sup>12</sup>
    - 1.1.1. Legals
    - 1.1.2. Sobre gestió/organització
    - 1.1.3. Sobre metodologies
  - 1.2. Guies i recomanacions
    - 1.2.1. D'Organismes Oficials<sup>13</sup>
    - 1.2.2. D'instituts i associacions professionals/industrials<sup>14</sup>
2. Plans de mostreig, assaig i anàlisis dels resultats
  - 2.1. Problemàtica de les dades censurades
  - 2.2. Problemàtica de les mostres patró
  - 2.3. Disseny d'assajos: Tipus d'assajos escalonats
3. Anàlisis sensorial: Ampliació
  - 3.1. Disseny i anàlisis dels resultats per a proves de discriminació
  - 3.2. 3.1. Disseny i anàlisis dels resultats per a proves descriptives
  - 3.3. Disseny i anàlisis dels resultats per a proves d'apreci
4. Assajos accelerats: ampliació
  - 4.1. Limitacions dels assajos accelerats
  - 4.2. Assajos accelerats a temperatura no constant
  - 4.3. Acceleració amb factors diferents de la temperatura
5. Assajos d'abús
  - 5.1. Objectius dels assajos d'abús
  - 5.2. Criteris per a decidir la necessitat dels assajos d'abús
  - 5.3. Protocol per a la realització de l'estudi
    - 5.3.1. Tipus d'estudi (Creixement, inhibició, combinat)
    - 5.3.2. Característiques del producte a estudiar
    - 5.3.3. Microorganisme objectiu i possible microorganisme subrogat
    - 5.3.4. Característiques i preparació de l'inòcul
    - 5.3.5. Condicions d'emmagatzament
    - 5.3.6. Pla de mostreig: Durada, interval, número de mostres.
    - 5.3.7. Mostres: Preparació i exàmen
    - 5.3.8. Anàlisis i interpretació dels resultats
    - 5.3.9. Elaboració de l'informe
6. Models matemàtics
  - 6.1. Exàmen preliminar de les dades: Representacions gràfiques
  - 6.2. Pas de dades diferencials a integrats i viceversa
  - 6.3. Precaucions amb les dades transformades: Propagació de l'error
  - 6.4. Alguns models freqüents en durabilitat
    - 6.4.1. Models per a reaccions enzimàtiques: Regressió no lineal amb una variable

---

<sup>12</sup> Es facilitaran els enllaços a les publicacions corresponents.

<sup>13</sup> Per exemple, l'Autoritat Alimentària de Nova Zelanda i l'Autoritat alimentària d'Irlanda han publicat recomanacions que poden ser de gran utilitat pràctica.

<sup>14</sup> Per exemple, ANSI-ASTM (USA) han publicat recomanacions en el camp de la durabilitat



6.4.2. Models per a l'efecte de la temperatura sobre la velocitat de reacció. Un sol pas: Regressió lineal amb dues variables.

6.4.3. Models per a reaccions d'oxidació: diferències finites

6.4.4. Durabilitat logística: Integració Gauss-Doolittle

6.4.5. Models secundaris de creixement de microorganismes: Factors diferents de la temperatura

## **Exercicis i problemes previstos**

1. Càlcul de paràmetres d'equació GAB (Isotherma de sorció)
2. Simulació d'assajos escalonats
3. Temperatura i durabilitat: efecte de la temperatura de transició vítria. Ús de l'equació de Williams-Landau-Ferry
4. Comparació d'assajos accelerats a temperatura constant i a temperatures fluctuants
5. Càlcul de durabilitat per absorció d'humitat: mètode d'increments finits
6. Càlcul de velocitat de reaccions enzimàtiques: regressió no lineal
7. Càlcul de durabilitat per absorció d'oxígen. Envàs permeable: increments finits
8. Càlcul de durabilitat per anàlisi de supervivència: mètode Kaplan-Meier
9. Càlcul de durabilitat amb resultat de panell de consumidors: Anàlisi de Weibull
10. Validació del límite d'acceptació per a un assaig subrogat. Dades del panell de consumidors.

Preu inscripció bloc 2 - nivell superior = **225€**