



## NOTAT RENPÅNY

18. JUNI 2015

**Vedr.:** Beskrivelse af de valgte sensorers egnethed til PAT-systemet (Leverance 3.1)

Frans van den Berg/Nanna Viereck

INSTITUT FOR  
FØDEVAREVIDENSKAB  
SPEKTROKOPI & KEMOMETRI -  
SPEC

Målet med dette notat er at identificere, beskrive og vurdere de valgte spektroskopiske sensorers egnethed ifm indførelse af procesanalytisk teknologi (PAT) til nytænkning af rengøring i kødindustrien.

ROLIGHEDSVEJ 26  
1958 FREDERIKSBERG C

Fundamentalt for forståelsen og kontrollen af biofilm og mikrobiologiske hazards er en kontinuerlig ikke-destruktiv monitorering af biofilmens processer. Dette kræver en teknik, der fungerer i et vandigt system, som ikke kræver, at der indsamles prøver (at/on-line), som er mindst muligt påvirket af signaler fra andet tilstede (produktrest, overflade) og som giver real-time data<sup>1</sup>. Flere spektroskopiske sensorteknologier imødekommer dette. Spektroskopi har også den fordel, at spektrene indeholder både kvantitativ og kvalitativ information.

TLF 3533 3502  
DIR 3533 3502

nav@food.ku.dk  
www.food.ku.dk

REF: NV

Egnede spektroskopiske sensorer til at detektere biofilm og mikrobiologiske hazards skal umiddelbart vælges blandt dem, der ikke påvirkes af vand. Både Raman- og fluorescensspektroskopi er derfor oplagte valg. Disse metoder detekterer begge kemiske forbindelser ret bredt, mens de ikke detekterer vand. Modsat er NIR-spektroskopi, hvor vandsignaler dominerer spektrene, hvis der er vand tilstede i eller omkring prøven. NIR-spektroskopi er derfor ikke umiddelbart oplagt til dette projekt. Dog er on-line NIR-spektroskopi allerede implementeret i fødevarerindustrien i andre sammenhænge, og ville derfor nemt kunne implementeres ifm PAT og nytænkning af rengøring. Men NIR-spektroskopi er ikke førstevalget i dette projekt, og vil derfor ikke blive beskrevet yderligere i dette notat.

I Ramanspektroskopi sendes lys med en veldefineret bølgelængde (ofte fra en laser) ind mod prøvens overflade. Derpå opsamles det tilbagekastede spredte lys, som er Ramanspektret, og hvor frekvensfordelingen giver detaljerede oplysninger om forbindelserne i prøven's kemiske struktur og koncentration. Lyset trænger et stykke ned i prøven og vil derfor også kunne ramme prøvebeholder eller underliggende overflade (afhængigt af prøvens tykkelse). Det system der forventes gennemgående i dette projekt vil bestå af en overflade (fx transportbånd), biofilm/hazards og kødrester. Man ser altså ikke kun bakterier, men også kød og bånd. Da både båndet, bakterierne og kødet har et karakteristisk spektrum, vil spektret være afhængigt af ændringer i mængde og type af biofilm og kød på overfladen. Båndets spektrum forventes konstant, og kan derfor trækkes fra målingerne som et baggrundsspektrum. Men en forventet varierende kødtykkelse kræver mange målinger, før robuste modeller kan beregnes med brug af eksplorativ dataanalyse og integreres i PAT systemet. En anden udfordring er koncentrationsforskellen mellem biofilm (lav) og kødrester (høj); Ramanspektroskopi er ikke en sensitiv metode og det forventes, at Ramanspektret umiddelbart vil være domineret af signaler fra kød. Det er derfor nødvendigt at begynde studiet i et modelsystem uden kødrester (podet kødsuppe), hvor signaler fra biofilm kan forstærkes. På denne måde opnås viden til identifikation af signaler fra bakterier i Ramanspektret. Denne viden kan derpå integreres i modellerne.

I fluorescensspektroskopi sendes også lys med en veldefineret bølgelængde ind mod prøvens overflade, men her udnyttes, at elektronerne i visse kemiske forbindelser absorberer energi i form af lys og genudsender en del af denne energi som lys af en længere bølgelængde. Fluorescerende kemiske forbindelser kaldes fluoroforer, og alle fluoroforer indeholder konjugerede dobbeltbindinger. Parret (spektret) af indsendt og udsendt lys er karakteristisk for den enkelte fluorofor, da fluoroforer absorberer og genudsender lys ved/med forskellige bølgelængder. Det kan udnyttes til at identificere forskellige forbindelser. Fluorescensspektroskopi er en meget sensitiv metode og kan derfor detektere lave koncentrationer af fluoroforer. Fluorescensspektre indeholder ofte færre signaler end andre typer spektre, da ikke alle forbindelser er fluoroforer. Og der er litteratur, der beskriver anvendeligheden af at implementere fluorescensspektroskopi til hurtige målinger af bakteriel forurening af overflader i fødevarerprocesudstyr<sup>2</sup>. Men der vil være fluoroforer både i kødresten og bakterierne på båndet, så tilsvarende for Raman-spektrene forventes signaler for kødet umiddelbart at overskygge bakteriernes eventuelle signaler. Derfor arbejdes der også her i første omgang i et modelsystem som skitseret for Ramanspektroskopi, med henblik på at overføre viden til et senere PAT-system.

Referencer:

SIDE 3 AF 3

1. Nivens DE, Palmer RJ, Jr., White DC. Continuous nondestructive monitoring of microbial biofilms: A review of analytical techniques. *Journal of Industrial Microbiology*. 1995;15(4):263-76
2. Jun W, Kim M, Lee K, Millner P, Chao K. Assessment of bacterial biofilm on stainless steel by hyperspectral fluorescence imaging. *Sens & Instrumen Food Qual*. 2009;3(1):41-8.