

Afdeling Algemene Chemie 1986-08-01

RAPPORT 86.74 Pr.nr. 505.6050

Onderwerp: Oriënterend onderzoek naar  
de effecten van doorstraling op  
aardappelen m.b.v. NIRS

Verzendlijst: directeur, directie VKA, sectorhoofd, directie DLO,  
IBVL, Afd. AC (3x), afd. Voedseloorstraling, circulatie, De Ruig,  
Oortwijn, Langerak



RAPPORT 86.74

Pr.nr. 505.6050

Project: Ontwikkeling methoden van onderzoek voor voedings- en voeder-  
middelen met behulp van NIRS.

Onderwerp: Oriënterend onderzoek naar de effecten van doorstraling op  
aardappelen m.b.v. NIRS.

Bijlage: 1.

---

Doel:

Nagaan of m.b.v. NIRS de effecten van verschillende doses gammastralen  
op aardappelen waar te nemen en te verklaren zijn.

Samenvatting:

Van een 50-tal aardappelmonsters, doorstraald met een dosis gamma-  
stralen van respectievelijk 0, 25, 50, 75 en 100 Gy is nagegaan of er,  
afhankelijk van de stralingsdosis, effecten in de NIR-spectra van de  
aardappelen zijn waar te nemen. Aan de hand van chemisch bepaalde  
parameters en golflengte-keuze is geprobeerd de gevonden effecten te  
verklaren. Tevens is nagegaan of in de tijd deze effecten veranderen.

Conclusie:

Met behulp van NIRS lijken effecten veroorzaakt door verschillende  
stralingsdoses op aardappelen waar te nemen te zijn.

- Deze effecten wijzen op o.a een kleine afname van het zetmeelgehalte  
en een toename van het saccharose gehalte.
- De effecten lijken in de tijd gemeten kleiner te worden.

---

Verantwoordelijk: drs. N.G. van der Veen *AD*

Samenstellers : Mw. T.E. Oostenbrink, R, Frankhuizen *RF*

Projectleider : R. Frankhuizen

## 1. Inleiding

In het kader van onderzoek naar het effect van doorstraling op de houdbaarheid van aardappelen (aardappelproef 1.3, project 404.0740; EEG project 04.042) wordt o.a. onderzoek uitgevoerd naar de effecten van verschillende stralingsdoses op in de aardappel aanwezige suikers. Eén van de effecten die bij doorstralen op zou treden is een verhoging van het gehalte aan reducerende suikers. Dit veroorzaakt bij de bereiding van chips ongewenste bruinverkleuring. Gebruikmakend van het aanwezig monstermateriaal en de chemisch bepaalde gehalten aan saccharose, glucose, fructose en vocht van de monsters is m.b.v. NIRS oriënterend onderzoek uitgevoerd naar mogelijke verbanden tussen stralingsdoses enerzijds en de NIR- spectra anderzijds.

## 2. Materiaal en methoden

### 2.1. Monsters

Een partij aardappelen werd verdeeld in 5 groepen, elk ter grootte van ca. 100 kg. Vier groepen werden doorstraald met een dosis van respectievelijk 25, 50, 75 en 100 Gy. Eén groep werd niet doorstraald. Twee dagen na het doorstralen werden uit elke groep vijf representatieve (sub)monsters genomen van ca. 1 kg. Na malen in een Moulinette gedurende ca. 30 seconden werd in verband met bruinkleuring direkt ingelezen op de Infra Alyzer-500 (IA-500) met behulp van een open monstercup.

Het restant van elke groep werd bij 20°C bewaard. Na 3 weken werd uit elke groep weer een representatief monster getrokken en na malen direkt ingelezen op de IA-500.

### 2.2. Chemische analyses

De gehalten aan saccharose, glucose en fructose werden enzymatisch bepaald volgens de Boehringer- methode 1). Het gehalte aan vocht werd bepaald volgens de droogstoofmethode 2).

### 2.3 Apparatuur

De NIR- apparatuur bestond uit een Technicon Infra Alyzer-500 (IA 500), gekoppeld aan een HP-1000 minicomputer. Dit instrument is een computergestuurd systeem, uitgerust met een monochromator met behulp waarvan spectra werden opgenomen over het golflengtegebied van 1100-2500 nm. Hierbij werd om de 4nm de reflectie gemeten, resulterend in 350 reflectiewaarden per monster.

#### 2.4. NIR-analyse

Alle monsters werden bij gebruik van een open monstercup ingelezen. De data verkregen bij gebruik van 350 golflengten werden opgeslagen op een "fixed hard disc" in de  $\log 1/R$  ( $R$ = reflectie) vorm. Met behulp van een "multiple lineaire regressie" programma werden golflengten geselecteerd die in combinatie de hoogste correlatiecoëfficiënten ( $R$ ) en de laagste standaardafwijking van de verschillen gaven ( $SEE$ = standard error of estimate) tussen de NIR- waarden en de doses gammastraling, uitgedrukt in Gy. De berekeningen werden zowel uitgevoerd volgens de "step-up" methode als met de 1e afgeleide methode.

#### 3. Resultaten en discussie

M.b.v. lineaire regressie werd uit het golflengtegebied van 1100 nm tot 2500 nm die golflengte geselecteerd die de hoogste correlatiecoëfficiënt  $R$  gaf tussen de toegepaste stralingsdoses en de stralingsdoses voorspeld met NIRS. Bij deze procedure werd een golflengte van 2256 nm geselecteerd met een  $R$  van 0,32. Deze lage waarde voor  $R$  was te verwachten omdat de parameter waarmee gecorreleerd wordt op zich zelf niet m.b.v. NIRS gemeten kan worden. In het gunstigste geval kan NIRS veranderingen in de organische samenstelling/structuur van de aardappels, veroorzaakt door straling, meten. I.v.m. de samenstelling van aardappels (ca. 80% water en 20% koolhydraten, waarvan slecht ca. 1% suikers) zullen de effecten enerzijds klein zijn en anderzijds overstemd worden door de aanwezigheid van water. Dank zij de zeer gunstige signaal/ruis verhouding van NIRS en door toepassing van multiple lineaire regressie en data manipulatie (afgeleide methode) kunnen kleine "ondergesneeuwde" veranderingen in het oorspronkelijke spectrum zichtbaar gemaakt worden.

Toevoeging van een tweede golflengte (1880 nm) in de berekening leverde een multiple correlatie coëfficiënt op van 0,74 ( $R$ ).

Figuur 1 geeft voor elke golflengte de correlatie tussen de uit de ruwe data ( $\log 1/R$ - waarden) voorspelde en de toegepaste stralingsdosis. Duidelijk is te zien dat er veel "ruis" aanwezig is, m.n. boven de 2200 nm. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de spreiding in deeltjesgrootte.

Voor deze invloed kan m.b.v. afgeleide technieken grotendeels gecorrigeerd worden. Een berekening met behulp van de 1e afgeleide methode leverde bij gebruik van 3 golflengten (2068, 1460 en 1776 nm) een multiple correlatie coëfficiënt op van  $R= 0,93$ . Figuur 2 geeft voor elke golflengte de correlatie tussen de uit het 1e-afgeleide spectrum voorspelde en de toegepaste stralingsdosis. In figuur 3 is de relatie weergegeven tussen de toegepaste stralingsdoses en de met NIR voorspelde stralingsdoses voor monsters aardappelen, 2 dagen na doorstralen.

Daar met name de correlatie berekend m.b.v. de 1e afgeleide methode duidelijk positief is ( $R= 0,93$ ), is nagegaan waardoor de correlatie veroorzaakt kan zijn. De gekozen golflengten lijken o.a. te wijzen op veranderingen in de zetmeel en saccharose gehalten (3,4). Voor wat betreft het saccharose gehalte werd dit bevestigd door het chemisch onderzoek. Hierbij werd een toename van het saccharose gehalte gevonden van ca. 0,1% voor niet doorstraalde monsters tot ca. 1,0% voor monsters doorstraald met een dosis van 100 Gy. Hoewel de zetmeelgehalten niet bepaald zijn valt uit de afname van een specifieke zetmeelpiek in de spectra bij 2256 nm af te leiden dat de toename in het saccharose gehalte gepaard gaat met een afname van het zetmeelgehalte. Tussen het saccharosegehalte en de stralingsdoses werd een multiple correlatiecoëfficiënt van 0.96 berekend. Deze coëfficiënten lagen voor glucose en fructose beduidend lager (resp. 0.58 en - 0.81). Dit is toe te schrijven aan de beperkte range waartussen de gehalten van deze componenten in de monsters aardappelen variëren (ca. 0.03 tot 0.5%) en de ten opzichte van deze range vrij grote standaarddeviatie van de NIR-calibratie van 0,1%.

Vervolgens is nagegaan of de effecten in de "tijd" veranderen. Hiertoe werden aan een groep monsters, welke na doorstralen 3 weken bij 20°C bewaard waren, dezelfde berekeningen uitgevoerd als aan de eerste groep monsters. Zowel de correlatiecoëfficiënt berekend tussen de toegepaste stralingsdoses en die voorspeld met NIRS alsook de correlatiecoëfficiënt tussen het chemisch vastgestelde saccharose gehalte en de stralingsdoses was kleiner (0.86 resp 0.79).

#### 4. Conclusies

- m.b.v NIRS lijken effecten veroorzaakt door verschillende stralingsdoses op aardappelen waar te nemen te zijn.
- Deze effecten wijzen op o.a een afname van het zetmeelgehalte en een toename van het saccharose gehalte.
- De effecten lijken in de tijd gemeten kleiner te worden.

#### Referenties

1. Sucrose/Glucose:Fructose: UV- method for the determination of sucrose, glucose and fructose in foodstuffs and other materials. Boehringer Mannheim 1983. Methods of Enzymatic Food analysis. GmbH Biochemica W. Germany.
2. J.W. Ludwig  
Determination of the dry matter content of raw potatoes. Methods of assesment for potatoes and potato products. European Association for Potato Research. 1976 Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
3. B.G. Osborne, S. Douglas and T. Fearn. J. Sci. Fd Agric. 32 (1981) 200.
4. D.P. Law and R. Tkachuh. Cereal Chem. 54 (1977) 256.

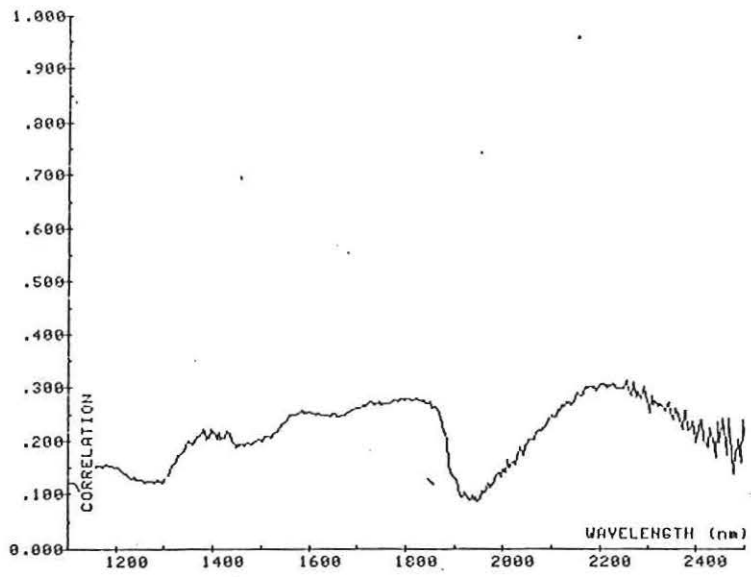


Fig 1. Correlatiediagram van met NIRS via de ruwe data voorspelde en toegepaste stralingsdosis.

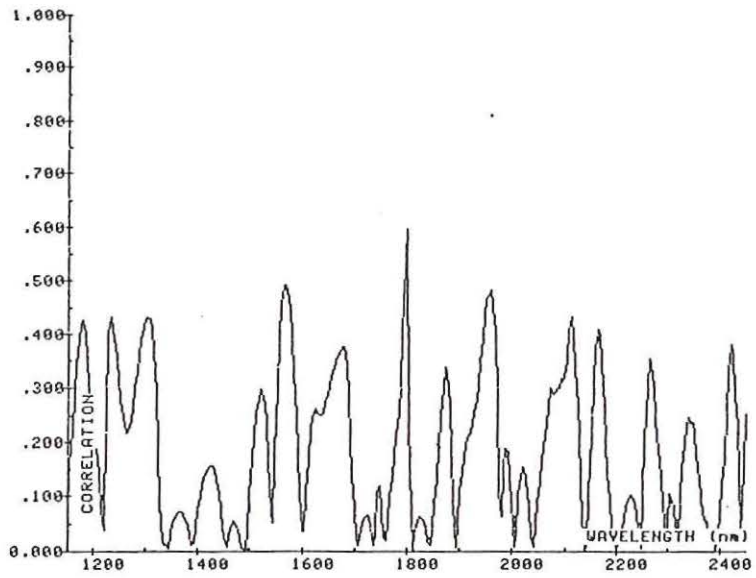


Fig 2. Correlatiediagram van met NIRS via het 1<sup>o</sup> afgeleide spectrum voorspelde en toegepaste stralingsdosis.

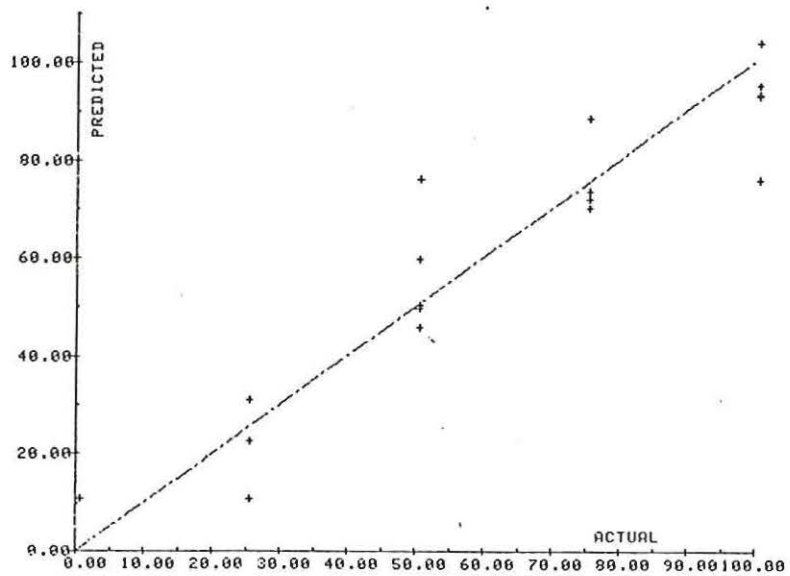


Fig 3. Relatie tussen toegepaste en met NIRS voorspelde stralingsdosis voor monsters aardappelen, 2 dagen na doorstralen.