

## Spinazie

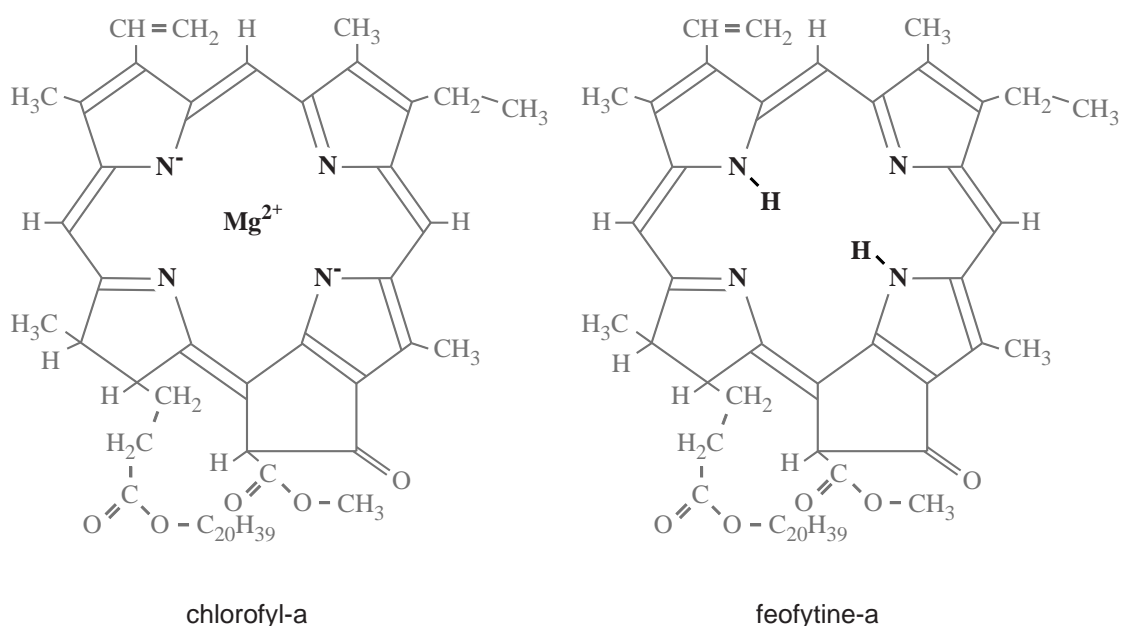
Spinazie is een bladgroente met een donkergroene kleur. Deze kleur wordt vooral veroorzaakt door vier pigmenten: chlorofyl-a, chlorofyl-b,  $\beta$ -caroteen en luteïne. Verse spinazie bevat 93,0 massaprocent water. Het overige deel is 'drooggewicht'. Het gehalte chlorofyl-a is 6,48 gram per 1,00 kilogram drooggewicht.

- 3p 28 Bereken het massa-ppm chlorofyl-a in verse spinazie.

Behalve verse spinazie is ook diepvriesspinazie te koop. Diepvriesspinazie wordt gemaakt door verse spinazie direct na de oogst te wassen, te verhitten en in te vriezen. Hierbij kan (een deel van) de spinazie verkleuren doordat chlorofyl-a en chlorofyl-b omgezet worden tot feofytine-a en feofytine-b. De kleurverandering hangt af van de temperatuur en de duur van de warmtebehandeling, maar ook van de pH.

In figuur 1 zijn de structuurformules van chlorofyl-a en feofytine-a schematisch weergegeven. Met behulp van deze structuurformules is de reactievergelijking van de omzetting van chlorofyl-a af te leiden. Hierbij reageert chlorofyl-a met waterstofionen tot feofytine-a en magnesiumionen.

figuur 1



- 3p 29 Geef met behulp van figuur 1 de reactievergelijking van de omzetting van chlorofyl-a tot feofytine-a. Gebruik voor chlorofyl-a de formule  $MgC_{55}H_{72}O_5N_4$  (gebruik dus **geen** structuurformules).

- 3p **30** Leg uit met behulp van het botsende-deeltjes-model of spinazie sneller verkleurt bij pH=6,8 dan bij pH=5,5.

Hieronder is een voorschrift weergegeven waarmee door middel van dunne-laag-chromatografie de aanwezigheid van de pigmenten kan worden onderzocht.

- stap 1 Wrijf een mengsel van 0,50 gram spinazie, 0,50 gram watervrij magnesiumsulfaat en 1,0 gram zand zo fijn mogelijk.
- stap 2 Doe dit mengsel in een reageerbuis. Voeg 2,0 mL aceton toe en schud stevig.
- stap 3 Wacht tot de vaste stof naar de bodem is gezakt.
- stap 4 Breng met een pipet een klein beetje van de heldere, groene vloeistof aan op de startlijn van een dunne-laagplaat.
- stap 5 Plaats de dunne-laagplaat in een afsluitbare bak met een laagje loopvloeistof. Gebruik hiervoor een mengsel van petroleumether, cyclohexaan, ethylacetaat, aceton en methanol. Sluit de bak.
- stap 6 Haal na verloop van tijd de dunne-laagplaat uit de bak en geef direct met een potlood aan waar het vloeistoffront is gekomen.

Tijdens stap 1 gaan de cellen in de spinazie kapot en komt de celinhoud vrij. Deze celinhoud bestaat voornamelijk uit water dat met het magnesiumsulfaat reageert tot het zouthydraat  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

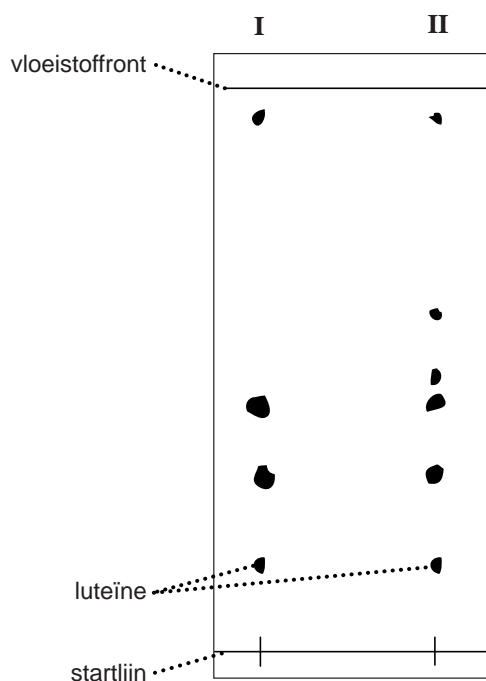
- 3p **31** Laat met een berekening zien dat 0,50 gram watervrij magnesiumsulfaat voldoende is om al het water te binden dat in 0,50 gram verse spinazie aanwezig is.

Bij stap 2 en bij stap 3 wordt een scheidingsmethode gebruikt.

- 2p **32** Noem deze scheidingsmethodes.  
Noteer je antwoord als volgt:  
stap 2: ...  
stap 3: ...

Nick en Simon voeren het voorschrift uit. Ze gebruiken zowel verse spinazie als diepvriesspinazie. Nadat ze van beide een beetje vloeistof hebben aangebracht op de startlijn, verkrijgen ze het chromatogram. Dit chromatogram is afgebeeld in figuur 2. Hierbij zijn de startlijn, het vloeistoffront en de vlekken van luteïne aangegeven.

**figuur 2**



- 2p **33** Leg uit dat het deel van het chromatogram onder II hoort bij diepvriesspinazie.

Bij dunne-laagchromatografie wordt het begrip Rf-waarde gebruikt. Onder de Rf-waarde wordt verstaan:

$$R_f = \frac{\text{de door de stof afgelegde afstand}}{\text{afstand tussen startlijn en vloeistoffront}}$$

Simon berekent met behulp van het chromatogram de Rf-waarde van luteïne. Deze Rf-waarde verschilt van de Rf-waarde in Binas-tabel 73. Dat verbaast Simon helemaal niet. Hij zegt: “De oplosbaarheid van luteïne in de loopvloeistof is bij onze proef anders.” Nick zegt: “Dat hoeft niet zo te zijn, de Rf-waarde kan ook anders zijn doordat een andere stofeigenschap verschilt.”

- 1p **34** Geef een argument dat Simon kan gebruiken om zijn uitspraak te ondersteunen.
- 2p **35** Geef aan welk verschil Nick bedoelt en licht je antwoord toe.  
 Noteer je antwoord als volgt:  
 verschil: ...  
 toelichting: ...