

## Chemicaliën uit biomassa

Chemicaliën die in de chemische industrie in grote hoeveelheden worden gebruikt (bulkchemicaliën) worden nu vaak gemaakt van aardolie. Om het gebruik van aardolie terug te dringen, wordt veel onderzoek gedaan om deze bulkchemicaliën te produceren op basis van biomassa.

Glutaminezuur is in veel plantenafval het meest voorkomende aminozuur. In een onderzoek is gekeken of glutaminezuur uit plantenafval gewonnen kan worden met behulp van een zogenoemde reactieve extractie.

Daartoe werden water en een overmaat butaan-1-ol toegevoegd aan een hoeveelheid gehydrolyseerd plantenafval. Butaan-1-ol lost slecht op in water en vormt een laag boven op het water.

Het glutaminezuur vormt een di-ester met butaan-1-ol. De gevormde di-ester lost vervolgens op in de laag butaan-1-ol.

- 2p **21** Geef de structuurformule van de di-ester van glutaminezuur en butaan-1-ol. Gebruik Binas-tabel 67H1.

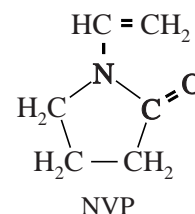
Behalve glutaminezuur reageren ook de andere aminozuren met butaan-1-ol tot esters. De vorming van deze esters treedt op aan het grensoppervlak van beide vloeistoffen. De omzetting verloopt sneller wanneer het reactiemengsel intensief wordt geroerd.

- 2p **22** Leg uit met behulp van het botsende deeltjesmodel waarom de omzetting van een aminozuur tot de ester sneller verloopt, wanneer het reactiemengsel intensief wordt geschud.

Na het afscheiden van de gevormde (di-)esters van aminozuren uit butaan-1-ol worden de esters gehydrolyseerd. Uit het onderzoek bleek dat het mogelijk is om op deze wijze uit plantenafval een mengsel van aminozuren te winnen met een hoog gehalte aan glutaminezuur.

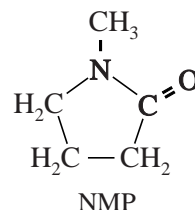
Een Nederlandse onderzoeker heeft in zijn proefschrift een vervolgonderzoek hierop gepubliceerd. Hij heeft onderzocht of uit het onzuivere glutaminezuur twee belangrijke bulkchemicaliën kunnen worden geproduceerd.

Deze chemicaliën zijn N-vinylpyrrolidon (NVP) en N-methylpyrrolidon (NMP). NVP is het monomeer voor het veelgebruikte polymeer polyvinylpyrrolidon dat via additiepolymerisatie wordt gevormd uit NVP.



- 2p **23** Geef een gedeelte uit het midden van een molecuul polyvinylpyrrolidon in structuurformule weer. Dit gedeelte moet zijn ontstaan uit twee eenheden NVP.

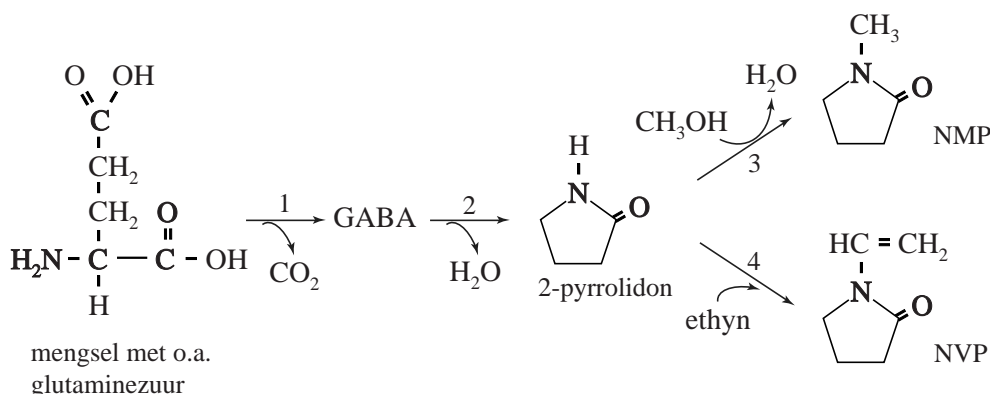
NMP is een oplosmiddel dat op grote schaal wordt gebruikt om koolwaterstoffen op te lossen. Het is ook goed oplosbaar in water. De oplosbaarheid van NMP in water is te verklaren met behulp van de Lewisstructuur van een mesomere grensstructuur van NMP. In deze Lewisstructuur komen formele ladingen voor.



- 3p 24 Geef de Lewisstructuur van het hierboven weergegeven NMP en van de andere mesomere grensstructuur van NMP. Geef formele ladingen aan in de structuren. De Lewisstructuren moeten voldoen aan de oktetregel.

In figuur 1 zijn de routes weergegeven die de onderzoeker voorstelt om glutaminezuur uit het mengsel van aminozuren om te zetten tot NMP en NVP. In figuur 1 is een aantal structuurformules schematisch weergegeven.

figuur 1



In reactie 1 uit figuur 1 wordt het onzuivere glutaminezuur omgezet tot de stof GABA en  $\text{CO}_2$ . In een scheidingsruimte wordt GABA gescheiden van het afval, waarin onder andere ongereageerde aminozuren aanwezig zijn. In reactie 2 treedt ringsluiting van GABA op waarbij water ontstaat.

- 2p 25 Geef de structuurformule van GABA.

In reactie 2 ontstaat 2-pyrrolidon, de grondstof voor zowel NMP als NVP. Voor de productie van NVP laat men in reactie 4 het 2-pyrrolidon reageren met ethyn.

- 2p 26 Leg uit of reactie 4 uit figuur 1 een additie- of een substitutiereactie is.

De onderzoeker heeft de verschillende stappen voor de productie van NMP en NVP uit glutaminezuur onderzocht met behulp van laboratoriumreactoren. Op basis van de resultaten heeft hij een industrieel productieproces ontworpen. Dit proces kan worden weergegeven met een blokschema. Dit blokschema is op de uitwerkbijlage onvolledig weergegeven.

Hieronder is het productieproces van NMP en NVP beschreven.

- 1 In reactor R1 wordt een mengsel van aminozuren ingevoerd. In R1 vindt reactie 1 uit figuur 1 plaats.  
Voor reactie 1 zijn zowel de omzetting als de selectiviteit 100%.
- 2 In scheidingsruimte S1 wordt het mengsel afkomstig uit R1 volledig gescheiden in GABA en afval van de ongereageerde aminozuren.
- 3 In R2 vindt reactie 2 plaats.  
Voor reactie 2 zijn zowel de omzetting als de selectiviteit 100%.
- 4 In R2 treedt ook reactie 3 op. Methanol is hier in overmaat aanwezig.  
Voor reactie 3 is de omzetting 50% en de selectiviteit 92%.
- 5 In S2 wordt het mengsel afkomstig uit R2 met behulp van destillatie gescheiden in vier stromen: NMP, 2-pyrrolidon, methanol en afval.  
De overmaat methanol kan voor 95% worden teruggevoerd naar R2.  
De overige 5% bevindt zich met onder andere water in het afval van S2.
- 6 Het 2-pyrrolidon dat in R2 niet heeft gereageerd wordt volledig doorgevoerd naar reactor R3. Hier treedt reactie 4 op.  
Voor reactie 4 is de omzetting 100% en de selectiviteit 90%.
- 7 In S3 wordt ten slotte het NVP gescheiden van een afvalstroom.

De term omzetting geeft aan welk percentage van het aantal mol beginstof in een reactie is omgezet. De term selectiviteit geeft aan welk percentage van het aantal mol omgezette stof heeft gereageerd tot het gewenste product.

- 3p **27** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.
- Noteer ontbrekende pijlen en ontbrekende stoffen bij de pijlen. Houd daarbij rekening met hergebruik van stoffen.
  - Waar in het blokschema een \* voorkomt, hoeft niets te worden aangegeven.

De bovenstaande meetgegevens zijn verkregen in een laboratoriumopzet van de fabriek. De metingen zijn gedaan aan een mengsel van aminozuren waarin 1538 kg glutaminezuur aanwezig was.

- 3p **28** Bereken de massa NMP en de massa NVP die uit deze hoeveelheid glutaminezuur werden gevormd.

uitwerkbijlage

27

