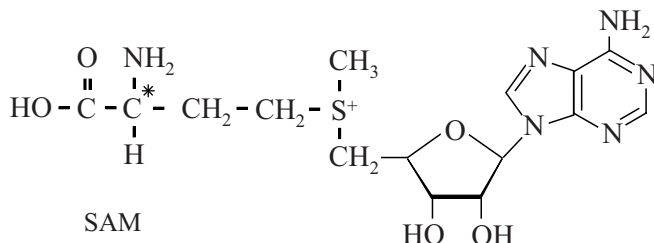


## Lang houdbare appels

Een rijpe appel produceert etheen. Op de uitwerkbijlage bij vraag 5 staat de biosynthese van etheen in appels schematisch weergegeven in een reactieschema. In reactie I van het reactieschema wordt onder invloed van het enzym SAM-synthetase het deeltje SAM gevormd uit onder andere ATP en het aminozuur methionine.



Het methionine heeft maar één stereo-isomeer. Bij de vorming van SAM verandert de ruimtelijke bouw rondom het C\*-aatom van methionine niet. Toch kunnen in reactie I twee stereo-isomeren van SAM worden gevormd. Dit wordt veroorzaakt doordat de groepen rondom het S-aatom in SAM, net als bij een koolstofaatom, op twee verschillende manieren kunnen zijn gerangschikt.

- 2p 1 Leg uit dat van SAM twee stereo-isomeren bestaan.
- Geef in je antwoord de Lewisstructuur van SAM.
  - Gebruik hierbij de aanduiding  $R_1$  enzovoort als notatie voor de atoomgroepen rondom het S-aatom.

Uit onderzoek blijkt dat slechts een van beide stereo-isomeren van SAM wordt gevormd door SAM-synthetase.

- 1p 2 Leg uit waarom slechts een van beide stereo-isomeren van SAM wordt gevormd door SAM-synthetase.

In reactie II van het reactieschema wordt SAM onder invloed van het enzym ACC-synthase omgezet. De biosynthese van dit enzym verloopt in twee stappen. Op basis van de DNA-code wordt eerst een aminozuurketen gevormd van 473 aminozuren. Vervolgens wordt de aminozuurketen op twee plaatsen gehydrolyseerd, waardoor de ACC-synthase nog 421 aminozuren bevat. Een van de beide plaatsen waar hydrolyse optreedt, is tussen de aminozuren Gly-430 en Glu-431.

- 3p 3 Geef de hydrolyse van het gedeelte  $\sim\text{Gly} - \text{Glu}\sim$  in een reactievergelijking weer. Gebruik structuurformules.

Het in reactie II gevormde ACC ( $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_2$ ) wordt in reactie III onder invloed van het enzym ACC-oxidase omgezet tot onder andere etheen. Uit één molecuul ACC wordt hierbij één molecuul etheen gevormd.

- 2p 4 Geef de vergelijking van reactie III in molecuulformules. Gebruik informatie uit het reactieschema.

Uit het reactieschema is af te leiden dat de atomen in etheen, via SAM en ACC, uiteindelijk van methionine afkomstig zijn.

- 2p 5 Omcirkel op de uitwerkbijlage in de structuurformules van methionine, SAM en ACC de atomen die uiteindelijk in etheen terechtkomen.

Het etheen komt vrij uit de appel en bevordert de rijping van andere appels. Om appels lang houdbaar te maken, moet de vorming van etheen worden geremd. De biosynthese van etheen kan worden geremd met het gas 1-methylcyclopropeen (MCP).

Het effect van MCP op de activiteit van de enzymen ACC-synthase en ACC-oxidase is onderzocht. Hiertoe werden appels direct na de pluk in drie groepen verdeeld en 20 uur lang onder verschillende omstandigheden bewaard:

- groep 1: in gewone lucht
- groep 2: in lucht met MCP
- groep 3: in lucht met MCP en etheen

Hierbij was  $[MCP]_{\text{groep2}} = [MCP]_{\text{groep3}} = [\text{etheen}]_{\text{groep3}}$ .

Direct na de pluk en na afloop van de bewaarperiode werd de activiteit van de beide enzymen gemeten. Ook werd het gehalte ACC in de appels bepaald. In de tabel zijn de resultaten van deze metingen weergegeven.

#### tabel

groep		activiteit ACC-synthase  (nmol ACC per mg enzym per uur)	activiteit ACC-oxidase  (nL etheen per mg enzym per uur)	gehalte ACC  (nmol ACC per g appel)
	direct na pluk	1,0	40	2,1
1	gewone lucht	2,6	128	3,8
2	lucht met MCP	1,2	56	4,3
3	lucht met MCP en etheen	1,8	72	4,1

Uit deze resultaten is af te leiden dat de activiteit van beide enzymen door MCP wordt geremd.

- 2p 6 Leg uit aan de hand van gegevens uit de tabel van welk enzym de activiteit meer wordt geremd door MCP: van ACC-synthase of van ACC-oxidase.