

DIE INVLOED VAN DROOGTETOESTANDE OP DIE  
STIKSTOFMETABOLISME VAN TWEE MIELIELYNE

deur

FREDERIK COENRAAD BOTHA

VERHANDELING

Voorgelê ter voltooiing van 'n gedeelte van die vereistes vir  
die graad

MAGISTER SCIENTIAE

in die

FAKTULTEIT NATUURWETENSKAPPE

(Departement Plantkunde)

aan die

POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHRISTELIKE HOËR ONDERWYS

STUDIELEIER: Prof. Dr. P.J. Botha

HULPLEIER: Mnr. A.J. van der Westhuizen

POTCHEFSTROOM  
Julie 1978

LYS VAN AFKORTINGS WAT GEBRUIK WORD.

A = Ligabsorberingsvermoë by 'n bepaalde golflengte

ABS = absisiensuur

2,4-D = 2,4-dichlorofenoksieasynsuur

Dm = droë massa

DNS = Deoksiribonukleïensuur

K.B.V. = kleinste betekenisvolle verskil

RNase = Ribonuklease

RNS = Ribonukleïensuur

RWT = relatiewe persentasie watertekort

SA = Standaardafwyking

SDS = Natriumdodekielsulfaat

TEMED - NNN'N' = tetrametietileendiamien

Tm = Turgormassa

Tris = Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan

Vm = Vars massa

## INHOUDSOPGAWE

|       |   |    |
|-------|---|----|
|       | <u>bl.</u>  |    |
| 1.    | INLEIDING   | 1  |
| 2.    | LITERATUUROORSIG  | 2  |
| 2.1   | Aminosure   | 2  |
| 2.2   | Proteïene   | 8  |
| 2.3   | Ensieme   | 11 |
| 2.4   | Nukleïensure en ribosome                                      | 12 |
| 2.5   | Chlorofil   | 14 |
| 2.6   | Hormone   | 15 |
| 3.    | METODES   | 17 |
| 3.1   | Bepaling van relatiewe persentasie watertekort                | 18 |
| 3.2   | Bepaling van chlorofilkonsentrasie                            | 19 |
| 3.3   | Die inkorporasie van C <sup>14</sup> -aminosure in proteïene  | 20 |
| 3.4   | Bepaling van proteïene  | 20 |
| 3.4.1 | Ekstraksie van totale wateroplosbare proteïene                | 20 |
| 3.4.2 | Bereiding van ekstrak vir jelelektroforese                    | 21 |
| 3.4.3 | Bepaling van die C <sup>14</sup> -aktiwiteit in die proteïene | 21 |
| 3.5   | Bepaling van totale wateroplosbare proteïene                  | 22 |
| 3.6   | Jelelektroforese  | 22 |
| 3.7   | Bepaling van die C <sup>14</sup> -aktiwiteit.                 | 25 |
| 3.8   | Bepaling van RNase-aktiwiteit                                 | 25 |
| 3.9   | Ekstraksie en bepaling van proteïenaminosure                  | 26 |
| 4.    | RESULTATE   | 28 |
| 4.1   | Verandering in relatiewe persentasie watertekort              | 28 |
| 4.2   | Totale wateroplosbare proteïene                               | 28 |
| 4.3   | Proteïensintese tempo   | 29 |

|         |  |            |  |
|---------|--|------------|--|
|         |  | <u>bl.</u> |  |
| 4.4     | Chlorofilkonsentrasies   | 29         |  |
| 4.5     | RNase-aktiwiteit   | 34         |  |
| 4.6     | Verandering in die wateroplosbare proteïenfraksies             | 34         |  |
| 4.7     | Totale proteïenaminosure                                       | 41         |  |
| 4.8     | Verandering in die verskillende proteïenaminosuorkonsentrasies | 46         |  |
| 4.8.1   | Verandering by A281  | 46         |  |
| 4.8.2   | Verandering by G556DT  | 47         |  |
| 5.      | BESPREKING EN GEVOLGTREKKING                                   | 51         |  |
| 5.1     | Relatiewe persentasie watertekort en proteïeninhoud            | 51         |  |
| 5.2     | Chlorofilinhoud  | 55         |  |
| 5.3     | Vrye proteïenaminosure   | 57         |  |
| 5.3.1   | Totale vrye proteïenaminosuurinhoud                            | 57         |  |
| 5.3.2   | Verskillende proteïenaminosuurinhoude                          | 59         |  |
| 5.3.2.1 | Aspartiensuur- en $\alpha$ -alanieninhoud                      | 59         |  |
| 5.3.2.2 | Glutamiensuur- en prolieninhoud                                | 59         |  |
| 5.3.2.3 | Leusien-, isoleusien- en treonieninhoud                        | 61         |  |
| 5.3.2.4 | Glisien- en serieninhoud                                       | 61         |  |
| 5.3.2.5 | Valieninhoud   | 62         |  |
| 5.3.2.6 | Fenielalanien- en histidieninhoud                              | 62         |  |
| 5.3.2.7 | Arginieninhoud   | 63         |  |
| 5.3.2.8 | Tirosieninhoud   | 63         |  |
| 6.      | OPSOMMING  | 66         |  |
| 7.      | SUMMARY  | 68         |  |
| 8.      | DANKBETUIGING  | 70         |  |
| 9.      | LITERATUURVERWYSINGS   | 71         |  |
| 10.     | BYLAAG   | 86         |  |

1. INLEIDING.

Die mielie is ongetwyfeld een van die belangrikste voedselgewasse wat in Suid-Afrika verbou word. In baie dele van die Republiek is die mees beperkende faktor gedurende die groeiseisoen water. Selfs redelik kort droogteperiodes lei dikwels tot groot afnames in oesopbrengste.

Daar is in die verlede deur talle navorsers gepoog om metodes vir die seleksie van droogtebestande plante te vind. Omdat stikstofverbindinge en stikstofmetabolisme 'n belangrike rol in droogtebestandheid speel, het hierdie ondersoek dan ook om hierdie aspekte gesentreer.

Wat die mielie betref, kan op grond van navorsing tot dusver nog nie doeltreffende seleksiemetodes aanbeveel word nie. Daar is ook bevind dat die prolientoets by mielies nie 'n geskikte maatstaf vir droogtebestandheid is nie (Palfi, Bito & Palfi, 1973). Ander selbestanddele soos totale proteïene (Stutte & Todd, 1967), verandering in proteïenfraksies (Stutte & Todd, 1967 en 1969, Todd, Vick & Tsai, 1970) en 'n afname in proteïensintese (Ben Zioni, Itai & Vaadia, 1967), wat by sommige gewasse wel 'n moontlike kriterium vir droogtebestandheid is, is nog nie by mielies ondersoek nie.

Die doelstelling van hierdie ondersoek was om met bostaande in gedagte te probeer aanknopingspunte vind wat vir die teelt van droogtebestande mieliekultivars van belang kan wees.

2. LITERATUUROORSIG.2.1 Aminosure.

Chen, Kessler en Monselise (1964) het die invloed van droogte=toestande op die aminosuursamestelling van sitrussaailinge ondersoek. Hulle bevindinge dui op die volgende:

1. Dat die arginien-, glutamien- en aspartienkonsentrasies redelik laag en konstant bly gedurende die verloop van die droogteperiode met 'n skerp styging tydens hoë vogverlies,
2. prolien-, feniellalanien-,  $\gamma$ -aminobottersuur- en triptofaankonsentrasies toon 'n skerp toename by die verwelkingspunt,
3. aspartiensuur-, glutamiensuur- en alanienkonsentrasies neem aanvanklik toe, neem weer af en toon weer 'n effense styging tydens hoë vogverlies en
4. sisteïen-, glisien-, leusien- en histidienkonsentrasies toon geen vaste patroon van verandering tydens die droogteperiode nie.

Wanneer sekere plantspesies aan droogte blootgestel word, is daar 'n groot ophoping van prolien (Kemble & MacPherson, 1954 op roggras; Routley 1966 op Landino-klawerblare; Steward & Lee, 1974 op halofiete, e.a.). Palfi & Juhasz (1969) toon aan dat prolien ophoop by meeste plantspesies na 'n periode van twee tot drie dae van watertekort.

Ophoping van prolien vind nie plaas by graansorghum en sojabone voordat die waterspanning baie hoog en die plante erg verwelk is nie (Waldren & Teare, 1974).

Na 'n ondersoek van sestig landbougewasse uit veertien families het Palfi, Köves, Bito en Sebestyen (1974) slegs enkeles gevind waarby daar nie prolienophoping onder droogtetoestande plaasvind nie. Plantspesies waarby volgens hulle ondersoek geen prolienophoping plaasgevind het nie, is die volgende:

Beta vulgaris L.; Spinacia oleracea L.; Chenopodium album L.;

Rumex scutatus L.; Cucurbita pepo L.; Zea mays L.;

Phaseolus vulgaris L.; Allium sativum L.; A. cepa L.;

Lactuca sativa L.. By alle ondersoekte spesies van die Solanaceae en by die meeste verteenwoordigers van die Leguminosae, Cruciferae, Umbelliferae, Compositae en Gramineae vind ophoping van prolien met blootstelling aan droogte plaas.

By Bermudagrass is gevind dat droogtetoestande 'n verhoging van 10 tot 100 maal in die prolienkonsentrasie veroorsaak (Barnett & Naylor, 1966). 'n Soortgelyke ophoping is by die sonneblom deur Wample & Bewley (1975) waargeneem. 'n Ophoping van prolien by Landino-klawerblare word deur Routley (1966) vermeld.

Die ophoping van prolien onder droogtetoestande is van ligintensiteit afhanklik. By hoë ligintensiteite vind daar 'n groter ophoping van hierdie aminosuur by graansorghum en sojabone plaas, as by lae ligintensiteite (Waldren, Teare & Ehler, 1974). Wanneer sonneblomme in die donker verwelk, vind daar geen ophoping van prolien plaas nie (Wample & Bewley, 1975). Dit wil dus voorkom asof die ophoping van prolien van die beskikbare koolhidrate afhanklik is.

Toediening van prolien aan Carex setifolia wat normaalweg geen droogtebestandheid besit nie, verhoog die plant se vermoë om droogte te weerstaan. Ophoping van prolien is dus nie net die gevolg van waterspanning tydens droogtetoestande nie, maar blykbaar 'n droogtebestandheidsfaktor. Plante sonder droogtebestandheidseienskappe kan ook prolien ophoop, maar verloor dit egter weer voordat die droogtetoestand 'n klimaks bereik (Hubac & Guerrier, 1972).

Palfi & Juhasz (1971) stel voor dat die prolienkonsentrasies direk gebruik moet word as 'n maatstaf vir waterspanning by plante. Proewe met garskultivars met verskillende droogtebestandheidseienskappe het aangetoon dat die ophoping van prolien in die blare van plante onder waterspanningstoestande, gebruik kan word as 'n aanduiding van droogtebestandheid (Singh, Aspinall & Paleg, 1972). Die prolientoets is slegs ondoeltreffend by plante wat onder normale toestande spoorhoeveelhede prolien bevat soos spinasie, slaai en mielies (Palfi, Bito & Palfi, 1973). Waldren & Teare (1974) kom tot die gevolgtrekking dat prolienophoping nie sensitief genoeg is om droogtespanning aan te dui nie. Prolien akkumuleer eers nadat die droogtetoestand 'n baie gevorderde stadium bereik het. Hierna kan plante soos graansorghum en sojabone nie meer volkome herstel nie.

Prolien is die mees wateroplosbare proteïenaminosuur. Gedurende droogtetoestande kan prolien derhalwe nog in hoë konsentrasies in oplossing bly. Die oplosbaarheid van glutamiensuur, glutamien, aspartiensuur en aspartien is onderskeidelik 192, 38, 300 en 65 keer laer as dié van prolien (Palfi et al., 1974).

Prolien het verder die voordeel dat tydens die biosintese daarvan uit glutamiensuur die reduseringsenergie van fotosintese chemies vasgelê word en behoue bly. Hierdie energie kan dan weer vrygestel word tydens die omvorming van prolien na glutamiensuur (Palfi et al., 1974). Barnett & Naylor (1966) en Morris, Thompson & Johnson (1969) het bevind dat gedurende droogtetoestande die vorming van prolien uit glutamiensuur gestimuleer word. Volgens Bogges, Steward, Aspinall & Paleg (1976) gaan die metaboliese terugkoppeling by die biosintese van prolien verlore. Navorsing met garsplante dui daarop dat die oksidasie van prolien deur hoë vogspanning gerem word. Die outeurs kom tot die gevolgtrekking dat die ophoping van prolien eerder afhanklik is van die vorming van  $\Delta$ -pirolien-5-karboksielsuur as van 'n verhoogde proliensintese tempo.

Van al die aminosure het prolien en pipekoliensuur die grootste weerstand teen oksidasie (Palfi et al., 1974). Daarenteen bevind Steward, Bogges, Aspinall & Paleg (1977) dat by garsplante, prolien onder normale vogtoestande redelik vinnig na glutamiensuur, glutamien en aspartiensuur geoksideer word. Hierdie oksidasieproses word deur 'n hoër prolienkonsentrasie versnel. So 'n meganisme mag verantwoordelik wees vir die instandhouding van baie lae prolienkonsentrasies onder normale toestande. Gedurende hoë vogspanning word hierdie oksidasieproses egter gerem. Barnett & Naylor (1966) het bevind dat gedurende droogtetoestande die katabolisme van prolien veel laer is as vir enige ander aminosuur.

Normale selgroei word nie so drasties deur prolien gerem soos deur glutamien, glutamiensuur, aspartien en aspartiensuur nie.

Trouens, daar is bevind dat prolien die sel tot normale respirasie stimuleer wanneer respiratoriese remstowwe soos 2,4-DNP toegedien word (Palfi et al., 1974).

Volgens Kemble & McPherson (1954) is daar by roggras 'n toename in die valien- en alanienkonsentrasies, gedurende die verloop van 'n droogteperiode.

Thompson, Steward en Morris (1966) vermeld 'n toename in die konsentrasies van isoleusien, fenielalanien, valien, serien en prolien gedurende verwelking van raapblare. Daarenteen neem die arginien-, glisien- en treonienkonsentrasies baie min toe.

Steward, Morris & Thompson (1966) meen ook dat heelwat van die gevolge van droogtetoestande by plante waarskynlik aan 'n tekort aan suurstof toegeskryf kan word, aangesien die huidmondjies onder sulke toestande sluit. In die aanwesigheid van suurstof word die afbou van glisien gestimuleer, waarskynlik omdat glisien as 'n substraat vir glikoolsuuroksidase dien. 'n Netto toename in die alanienkonsentrasie word slegs onder anaërobe toestande verkry. Aspartiensuurkonsentrasie neem onder anaërobe toestande af.

'n Afname in die glutamiensuur- en alanienkonsentrasies tydens 'n droogteperiode by Bermudagrass en garsplante word deur Barnett & Naylor (1966) en Savitskaya (1965) vermeld. Laasgenoemde skryf die afname toe aan die feit dat glutamiensuur en alanien waarskynlik optree as aminogroepoordraers aan valien, waarvan die konsentrasie skerp toeneem.

Die arginienkonsentrasie neem tydens 'n droogteperiode by Larrea divaricata toe (Saunier, Hull & Ehrenreich, 1968).

Dit is moontlik toe te skryf aan natuurlike hidrolise van arginienryke proteïene. Dit kom veral by die reserwe proteïene oor (Rena & Splittstoesser, 1974).

Die resultate van Barnett & Naylor (1966) met Bermudagrass dui op 'n afname in die konsentrasie van gebonde arginien tydens 'n droogteperiode. Dit is waarskynlik aan die hidrolise van sulke proteïene toe te skryf. Arginienryke proteïene word veral in die kern en ribosome aangetref (Johns & Butler, 1962).

Normale blaargroei by koring is van die hoeveelheid triptofaan en tirosien in die blaar afhanklik. Wanneer genoegsame water vir die plant beskikbaar is, word meer triptofaan, alanien en tirosien gevorm en blaargroei is dan normaal (Prusakova, 1960).

Prusakova (1960) toon aan dat daar 'n baie noue verband tussen die triptofaan- en oksienkonsentrasies in die blare van koring onder verskillende vogtoestande bestaan. 'n Afname in die triptofaankonsentrasie lei tot 'n afname in die oksienkonsentrasie. Triptofaan is die waarskynlike biosintetiese voorloper van oksien (Goodwin & Mercer, 1974).

Die ophoping van aminosure gedurende droogtetoestande veroorsaak dat die toksiese ammoniak verminder word. Volgens Routley (1966) is die berging van stikstof die belangrikste funksie van geakkumuleerde aminosure gedurende droogtetoestande. Barnett & Naylor (1966) beskou veral prolien as 'n bergingsproduk waarin sowel koolstof as stikstof bewaar word.

Ophoping van aminosure is 'n kenmerkende beskermingsmeganisme teen droogte deurdat hulle aktiewe groepe die hoeveelheid gebonde water verhoog (Palfi et al., 1974).

Lahiri & Singh (1968) beweer dat die ophoping van aminosure by Pennisetum typhoides gedurende die vroeë stadiums van droogtetoe-stande hoofsaaklik aan die remming van proteïensintese toe te skryf is. Eweneens kan proteïenafbraak tydens 'n gevorderde stadium van uitdroging vir die akkumulاسie van aminosure verantwoordelik wees. Die verskyning van pipekoliensuur gedurende gevorderde stadiums van droogteperiodes dui ook op die versteuring van proteïensintese (Palfi & Juhasz, 1969).

## 2.2 Proteïene.

Volgens Klotz (1958) en Gates (1964) het die beskikbare hoeveelheid water 'n funksie as oplossingsmedium sowel as strukturele komponent van proteïene. Veranderinge in die waterbalans van die plant sal dus 'n invloed hê op die struktuur en die aktiwiteite van ensieme, selmembrane en selorganelle.

Chen, Kessler en Monselise (1964) het bevind dat by sitrussaailinge die proteïenkonsentrasie tydens die begin van 'n droogteperiode toeneem. Gedurende die verwelkingsfase neem die proteïenkonsentrasie af met 'n effense styging by 'n hoë mate van uitdroging. Daar bestaan dus 'n nou verband tussen die proteïeninhoud en die waterinhoud van die plant.

By koring (Triticum aestivum L.) is bevind dat die totale proteïenkonsentrasies drasties afneem met toenemende waterspanning.

Die hoeveelheid ysterbevattende proteïenkomponente neem onder hierdie toestande toe (Stutte & Todd, 1969).

Savitskaya (1972) het bevind dat wanneer garsplante slegs sowat twee persent van hulle waterinhoud verloor, vind daar reeds 'n afname in proteïen- sowel as nie-proteïenstikstof plaas.

Proteïensintese word tydens waterspanning by Bermudagrass gerem en die proteïeninhoud in die plantweefsels neem af (Barnett & Naylor, 1966; Shah & Loomis, 1965). Resultate van Ben-Zioni (1967) en Dhindsa et al. (1975(b)) met gemerkte aminosure bevestig dat proteïensintese wel onderbreek word gedurende 'n droogteperiode.

Mothes (1928) is ook van mening dat proteïene gehidroliseer word tydens droogtetoestande. Volgens Altergot (1937 & 1964) gee hoë temperature aanleiding tot die afbraak van proteïene na aminosure en lei dit tot die ophoping van toksiese ammoniak. Mothes (1955) het bevind dat dehidrering van plantweefsels dieselfde gevolg het. Hierdie toksiese ammoniak word waarskynlik ingebou in amiede en ammoniumsoute. 'n Proteïenafbraakproses by uitdroging word ook deur Todd et al. (1970) en Lahiri & Singh (1968) vermeld. Laasgenoemdes meen dat 'n styging in aminosuureinhoud onder droogtetoestande die gevolg van so 'n proteïenafbraakproses kan wees.

Wanneer garsplante se blare 9,6 tot 27% vog verloor het, tree tipiese droogtesimptome na vore, nl. 'n remming van proteïensintese en 'n toename van die oplosbare proteïenfraksie (Savitskaya, 1972). Navorsing van Todd & Yoo (1964) met koring/...

(Triticum aestivum L. cv. Cheyenne CI 8885) dui op 'n proteïeninhoud wat 50% laer is wanneer die proefplante 87% vog verloor het. 'n Afname in die totale proteïeninhoud by hawerkoleoptiele gedurende droogtetoestande word deur Dhindsa & Cleland (1975(b)) vermeld.

Stutte & Todd (1967) & (1969) en Slukhai & Shvedova (1973) het bevind dat daar gedurende 'n droogteperiode 'n afname in hoog molekulêre proteïene en 'n toename in laag molekulêre proteïene by koring voorkom. Todd et al. (1970) het egter bevind dat daar 'n afname in proteïeninhoud in die fraksie met 'n molekulêre massa van tussen 150 000 u en 250 000 u is. 'n Ander fraksie met 'n molekulêre massa van groter as  $1 \times 10^6$  u se konsentrasie het toegeneem. 'n Derde fraksie wat vrye aminosure en nukleotiede bevat se konsentrasie het ook toegeneem.

Volgens Todd et al. (1962) bevat koring met 'n hoë weerstand teen droogte meer proteïen. Proteïenafbraak tydens vogspanning lewer amiede & peptiede. Met verloop van die droogteperiode behoort die kultivar wat aanvanklik die hoogste proteïeninhoud gehad het die meeste gebonde water te bevat.

Aminosuur en proteïenbepalings behoort dus 'n waardevolle metode te wees om te selekteer vir droogtebestande plante (Stutte & Todd, 1967).

Volgens Stocker (1961) word proteïene teen 'n versnelde tempo tydens droogteperiodes gehidroliseer. Daar vind 'n toename in die totale stikstoffraksie in die bogrondse dele plaas gedurende droogtetoestande. Stocker (1961) skryf hierdie toename toe aan/...

'n afbraak van proteïene in aminosure in die wortels en die vervoer van hierdie hidroliseprodukte na die bogrondse dele.

Henckel (1970) het bevind dat by droogtebestande plante N<sup>15</sup> vinniger in proteïene ingebou word as by droogtevatbare plante. Sulke droogtebestande plante se proteïene het waarskynlik 'n beter ultrastruktuur om hulle teen proteolise te beskerm. Hierdie plante is ook waarskynlik in staat om meer hoë energie= verbindings te sintetiseer. Hierdie vermoë om meer hoë energie= verbindings te sintetiseer stel sulke plante instaat om langer met proteïensintese vol te hou. Koeppe, Raymond & Bell (1973), Bell, Koeppe & Miller (1971) en Boyer (1970) meen dat die afname in die respirasietempo by plante onder droogtetoestande aan membraanveranderinge van die mitochondrium toe te skryf is.

### 2.3 Ensieme.

Een van die mees algemene veranderings tydens droogtetoestande is die verandering in ensiemsisteme. Volgens Slukhai & Shvedova (1973) is die ensieme en ander hoog molekulêre massa proteïene baie onstabiel tydens vogspanning. Dit veroorsaak gevolglik 'n afname in ensiemaktiwiteit onder sulke toestande.

Navorsing van Huffaker, Radin, Kleinkopf & Cox (1970) dui op 'n afname in die konsentrasie van nitraatreduktase by garsplante gedurende droogtetoestande. Nitraatreduktasie-aktiwiteit neem met 58% af na 'n droogteperiode van vier dae. Maranville & Paulsen (1972) toon aan dat slegs 'n 13%-afname in weefselvog by mielies 'n 62%-afname in nitraatreduktase-aktiwiteit veroorsaak. 'n Afname in nitraatreduktase-aktiwiteit by mielies word ook beskryf deur Mottas & Pauli (1965).

Maranville & Paulsen (1972) het bevind dat daar 'n baie geringe verandering in protease-aktiwiteit by mielies gedurende droogte-toestande voorkom. Daar is egter onder hierdie toestande 'n skerp toename in RNase-aktiwiteit. Arad & Richmond (1976) het egter bevind dat sowel die protease as RNase-aktiwiteit reglynig toeneem namate die vogspanning verhoog by garsplante.

By koringplante vind daar onder droogtetoestande 'n verandering in die samestelling van peroksidase-ensieme plaas. Totale peroksidase-aktiwiteit neem skerp toe by hoë vogspanningtoestande (Stutte & Todd, 1969). Todd & Yoo (1964) bevind egter dat peroksidase-aktiwiteit afneem tydens droogtetoestande.

Peptidase, fosfatase en dehidrogenase-aktiwiteit neem by koringplante tydens spanningstoestande af. Laasgenoemde ensiem se konsentrasie styg weer effens voordat dit baie vinnig afneem by 60% vogverlies (Todd & Yoo, 1964). 'n Afname in meklsuurdehidrogenase-aktiwiteit by koringplante onder droogtetoestande is ook waargeneem (Stutte & Todd, 1969).

Bardzik, Marsh & Havis (1971) meen dat die verandering in die ensiemsisteme die gevolg is van 'n vinnige verandering in sintese en 'n afname in die afbraak van sulke sisteme tydens droogtetoestande. Volgens Huffaker et al. (1970) is die verlaging in die aktiwiteit van die ensiemsisteme 'n aanpassing by droogtetoestande deurdat dit die sintese-aktiwiteit beperk en sodoende energie verbruik verlaag.

#### 2.4 Nukleïensure en ribosome.

Volgens Shah & Loomis (1965) kan veranderinge in die groeitempo tydens droogtetoestande die direkte gevolg wees van veranderinge/...

in nukleïensure en slegs indirek die gevolg van proteïensintese.

Kessler & Frank-Tishel (1962) het die volgende resultate verkry met twee genera van die Oleaceae, nl. Olea europea L. var.

Souri en Ligustrum sinensis, wat van mekaar verskil ten opsigte van droogtebestandheid. Die RNS sowel as DNS toon 'n duidelike toename by Olea europea var. Souri onder droogtetoestande. By Ligustrum sinensis wat nie droogtebestand is nie, is daar geen toename in RNS of DNS onder droogtetoestande nie. Soortgelyke resultate van RNS-ophoping tydens vogspanning by tamaties is ook deur Gates & Bonner (1959) waargeneem.

Kessler & Frank-Tishel (1962) het bevind dat die verhouding van guanien-sitosien tot adenien-urasiel by die opgehoopde RNS verander. Dit lyk dus asof spesifieke RNS-molekule ophoop en dat dit nie bloot 'n passiewe ophopingsproses is nie.

Herfel, Satarova & Tvorus (1967) het bevind dat die totale proteïene en proteïensintese onder droogtetoestande drasties afneem. Met behulp van elektronmikroskopie en differensiële sentrifugering vind hierdie outeurs dat droogtetoestande tot die opbreek van polisome na ribosome en kleiner subeenhede lei. Die verhoging van RNase-aktiwiteit gedurende vogspanning lei tot die vernietiging van die b-RNS tussen die ribosome. Sodoende word die proteïensintesesistiem dan onderbreek.

Hsiao (1970) het bevind dat ribosoompolimere na ribosoommonomere binne 10 minute van hoë vogspanning by mielies verander. Die proses is omkeerbaar en kan terugkeer na die normale binne twee tot drie uur na benatting van die plant. Bevestigende resultate/...

hiervan is deur Ramagopal & Hsiao (1975) verkry. Klein & Pollack (1968) het bevind dat 'n afname in polisoompopulasies by 'n baie geringe vogspanning plaasvind.

Nir, Poljakoff-Mayber & Klein (1970) het bevind dat slegs 'n geringe verandering in die waterinhoud van die sel tot die aggregasie van chromatien in die kern lei. Hierdie verandering in die DNS-molekule in die kern veroorsaak dat b-RNS wat die polisome aan mekaar heg nie gesintetiseer kan word nie en gevolglik neem die proteïen-sintese af.

## 2.5 Chlorofil.

Virgin (1965) het bevind dat wanneer koringplante aan slegs geringe waterspanningstoestande blootgestel word die chlorofilinhoud van sulke plante vinnig afneem. Die sintese van chlorofil a is direk afhanklik van die beskikbare protochlorofil (Virgin, 1955). Gedurende vogspanning is daar 'n baie skerp afname in die protochlorofilinhoud (Virgin, 1965). Die afname in chlorofil a is dus waarskynlik die gevolg van 'n remming van die vorming van protochlorofil.

Volgens Kroggman (1973) besit protochlorofil 'n proteïen met 'n molekulêre massa van 550 000 u tot 600 000 u.

Duysen & Freeman (1974) het bevind dat die chlorofil b inhoud van koringplante ook afneem met vogspanning. Volgens hierdie outeurs is chlorofil a die voorloper van chlorofil b. 'n Afname in die chlorofil a-inhoud sal dus ook lei tot 'n afname in chlorofil b. Waterspanning het waarskynlik 'n invloed op pigmentvorming deurdat dit die sintese van die voorlopers van hierdie plantpigmente rem (Duysen & Freeman, 1974).

## 2.6 Hormone.

Larque-Saavedra & Wain (1974) het bevind dat by 'n droogte= bestande mieliekultivar nl. Latente, kom vier maal meer ab= sisiensuur (ABS) voor as by twee kultivars, ANJON 210 en Lg 11, wat nie droogtebestand is nie. Wanneer die plante aan vogspanning blootgestel word, neem die ABS by al die kultivars toe. Soortgelyke resultate is verkry deur Wright (1969). Die hoër ABS-konsentrasie gedurende droogtetoestande sal waarskynlik veroorsaak dat die huidmondjies sluit en die plant teen waterverlies beskerm word. Dit sal ook waarskynlik ander groeihormone rem en op hierdie wyse energie wat normaalweg in die groei= proses verbruik word, bespaar (Larque-Saavedra & Wain, 1974).

Met blootstelling aan droogte neem die ABS-konsentrasie toe en die sitokinienkonsentrasie af (Burrows & Carr, 1969 en Wright & Hiron 1969). By Ricinus communis L. is dit veral in die floëmsap wat die ABS-konsentrasie gedurende vogspanning toe= neem. Hoad (1973 en 1975) het bevind dat by Helianthus annuus L. die ABS-konsentrasie by vogspanning van -1200 kPa toeneem en veel meer in die xilemsap.

Toediening van ABS aan plante onder toestande van vogspanning verhoed dat prolien by sonneblomme ophoop (Wample & Bewley, 1975).

Wanneer ABS aan Hordeum vulgare L. toegedien word terwyl dit onder droogtetoestande verkeer, is die RNase-aktiwiteit laer en die watertekort kleiner as by onbehandelde plante (Wample & Bewley, 1975).

'n Onderzoek deur Dhindsa & Cleland (1975(b)) na die tempo van proteïensintese onder droogtetoestande het die volgende resultate opgelewer:

1. Toediening van ABS verander die tempo van proteïensintese, maar nie die patroon nie,
2. byvoeging van gibberelliensuur hef die invloed van ABS op, maar het geen invloed op die tempo van proteïensintese gedurende droogtetoestande nie,
3. hidrostatische druk het skynbaar nie 'n beduidende invloed op proteïensintese nie.

Die tipiese simptome van waterspanning kan verlig word deur die toediening van sitokinien (Railton & Reid, 1973). Wample & Bewley (1975) het bevind dat toegediende sitokinien die ophoping van prolien verhoed. Waterspanning lei waarskynlik tot 'n reduksie van endogene sitokiniene en dit beïnvloed weer aminosuur- en proteïenmetabolisme.

Volgens Kydrev & Tyankova (1966) word die ophoping van vrye aminosure by koring deur indoolasynsuur en 2,4-D verhoed.

3. METODES.

In hierdie ondersoek is suiwer mielielyne as proefmateriaal gebruik omdat daar bevind is dat by dubbelbastermieliekultivars baie variasie ten opsigte van droogtebestandheid voorkom. Die lyne wat gebruik is, is 'n V.S.A.-lyn (Mex. Mex. exotic 1 x (NY821 x W37A)) en 'n Potchefstroomlyn A281. Eersgenoemde is by die Landbounavorsingsinstituut van Potchefstroom 'n nommer G556DT toegeken. Daar sal voortaan net na die Potchefstroom reeksnommer G556DT verwys word.

Die mielies is in plastiekpote met 'n deursnee van 15 cm bevattende drie kilogram rooi sanderige grond geplant. Die grond is vooraf deeglik met kunsmis (3:2:1) gemeng. Die verhouding was 1 gram kunsmis tot 1 kilogram grond.

Om te verseker dat die grondvog van albei mielielyne vergelykbaar gedurende die verloop van die droogteperiode is, is daar in elke pot drie pitte van elke mielielyn geplant.

Die potte is in groeikabinette waarin die groeitoestande kunsmatig beheer is, geplaas. Die daglengte was dertien uur, die temperatuur 29°C en 'n relatiewe humiditeit van 35%. Nagtemperatuur was 20°C met 'n relatiewe humiditeit van 40%.

Nadat die plante op was, is die proefplante vir 5 weke elke tweede dag met 200 ml kraanwater natgemaak. Daarna is die proefplante toegelaat om uit te droog. Die kontrole plante is vir die duur van die eksperiment elke tweede dag van 200 ml water voorsien.

Bepalings is op die eerste, derde, vyfde en sewende dag vandat die plante laaste water ontvang het, gedoen.

Vir al die bepalings, uitsluitend relatiewe persentasie water=tekort, was die monsterneming soos volg: Die plante van elke miellielyn is op die grond afgesny en in klein stukkie gesnipper. Uit hierdie plantmateriaal is daar monsters geneem vir die verskillende bepalings.

Vir relatiewe persentasie watertekortbepalings is 25 mm stroke van die blare uitgesny.

By die weergee en bespreking van die resultate word daar met verandering bedoel dat dit die verskil is tussen die gegewens uit die proef en kontrole op daardie spesifieke dag.

### 3.1 Bepaling van relatiewe persentasie watertekort.

Vir die bepaling van relatiewe persentasie watertekort (RWT) is die metode van Stocker (1929) gebruik.

Een gram blare waarvan die massa noukeurig bepaal is, is in 25 mm stroke gesny en vir 24 uur in gedistilleerde water geplaas. Die blaarsegmente is dan deeglik afgedroog en die massa noukeurig bepaal. Hierdie waarde word beskou as die volle turgormassa ( $T_m$ ) van die blare. Droë massa ( $D_m$ ) word bepaal deur die blare vir 48 uur by  $90^{\circ}\text{C}$  te droog.

Die relatiewe persentasie watertekort word dan soos volg bereken:

$$\text{RWT} = \frac{T_m - V_m}{T_m - D_m} \times \frac{100}{1} \quad (V_m = \text{Vars massa})$$

Hierdie bepaling is ses keer herhaal en drie replikate van elke herhaling is gedoen.

Verandering in RWT is beskou as die verskil tussen die waardes verkry by die proefplante en kontroleplante.

### 3.2 Bepaling van chlorofilkonsentrasie.

Vir die bepaling van chlorofilkonsentrasies is 'n gewysigde metode van Arnon (1949) gebruik.

Chlorofil is geëkstraheer deur 0,5 gram blare waarvan die massa noukeurig bepaal is, in 25 ml asetoon vir 5 minute te homogeniseer. Die homogenaat word dan teen 5 000 r.p.m. vir tien minute gesentrifugeer. Die bovloeistof word met asetoon in die verhouding van een tot ses verdun.

Die absorberingsvermoë van die chlorofilekstrakte is by 663, 652 en 645 nm op 'n Beckman DB-GT spektrofotometer bepaal.

Die konsentrasie van chlorofil a en b is soos volg bereken:

$$\text{mg chlorofil a/gram blaarweefsel} = (12,7(D663) - 2,69(D645)) \times \frac{1\ 000 \times W}{V}$$

$$\text{mg chlorofil b/gram blaarweefsel} = (22,9(D645) - 4,68(D663)) \times \frac{1\ 000 \times W}{V}$$

$$\text{mg totale chlorofil/gram blaarweefsel} =$$

$$20,2(D645) + 8,02(D663) \times \frac{1\ 000 \times W}{V}$$

D = absorberingsvermoë van die chlorofilekstrak by die aangeduide golflengte.

V = finale volume van die ekstrak.

W = vars massa van die gebruikte materiaal.

By elke droogtetoestand is daar drie bepalinge gedoen met drie replikate vir elke bepaling.

### 3.3 Die inkorporasie van C<sup>14</sup>-aminosure in proteïene.

Vir die merk van proteïene by die verskillende droogtetoestande is die metode van Nir, Poljakoff-Mayber en Klein (1970) met wysigings gebruik.

C<sup>14</sup>-l-aminosure met 'n spesifieke aktiwiteit van 0,1 mCi is vanaf New England verkry. Die aktiwiteit van die C<sup>14</sup>-l-aminosure in die inkubasiemedium van 0,1 M fosfaatbuffer (pH6) was 0,625 µCi., dit wil sê  $1,322 \times 10^5$  disintegrasies per minuut.

Een gram blaarweefsel word vir 1,5 uur by 25°C in die inkubasiemedium onder ligte vakuum geplaas. Hierna word die blaarweefsel vier maal agtereenvolgens deeglik met gedistilleerde water afgespoel.

Die weefsel is hierna vir proteïenekstraksies soos in 2.4.3 beskryf, gebruik.

### 3.4 Bepaling van proteïene.

#### 3.4.1 Ekstraksie van totale wateroplosbare proteïene.

Die metode wat gebruik is, is gebaseer op dié van Van Loon en van Kammen (1968). Een gram blare waarvan die massa noukeurig bepaal is, word vir 3 minute in 25 ml koue 0,1 M trisbuffer (pH8,0) in 'n ysbad gehomogeniseer. Daar is sorg gedra dat die temperatuur van die ekstrak laer as 4°C bly. Hierna is die ekstrak vir 15 minute teen 30 000 g in 'n MSE-hoë spoedsentrifuge gesentrifugeer. Die bovloeistof is gebruik vir die bepaling van totale proteïene.

### 3.4.2. Bereiding van ekstrak vir jelelektroforese.

'n Gewysigde metode van Van Loon en van Kammen (1968) is gebruik. Die buffer bestaan uit 0,002 M EDTA; 0,1M Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan; 0,1% askorbiensuur en 0,1% sisteïen. Die buffer is met 6N HCL tot pH8,0 getitreer.

Die massa van 1 gram blaarweefsel is noukeurig bepaal. Vervolgens is die blaarweefsel in 25 ml koue buffer vir 3 minute in 'n ysbad gehomogeniseer. Nadat die ekstrak teen 30 000 g vir 15 minute gesentrifugeer is, is die bovloeistof 95% versadig met ammoniumsulfaat. Die mengsel is vir 15 minute teen 30 000 g gesentrifugeer.

Die proteïenpresipitaat is in 2 ml SDS-buffer (pH6,8) opgelos. Die SDS-buffer is soos volg berei: 0,125 M Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan; 20% gliserol; 10% merkaptoëtanol en 4% SDS.

Hierdie ekstrak is dan vir jelelektroforese gebruik.

### 3.4.3. Bepaling van die C<sup>14</sup>-aktiwiteit in die proteïene.

Die ekstrahering van die gemerkte proteïene word op dieselfde wyse gedoen as vir jelelektroforese soos beskryf in 3.4.2.

Die proteïene word gepresipiteer deur die byvoeging van 5 ml 50% trichloorasynsuuroplossing. Vervolgens is die ekstrak vir 15 minute teen 30 000 g gesentrifugeer waarna die gepresipiteerde proteïene in 1 ml "Solulene" opgelos is. By hierdie 1 ml opgeloste proteïene is 10 ml "Insta-gel" gevoeg.

("Insta-gel" is vanaf Packard Instruments verkry). Die aktiwiteit van die ekstrak is hierna bepaal.

Die bovloeistof is tot 50 ml met gedistilleerde water verdun. By 5 ml van hierdie oplossing is 10 ml "Insta-gel" in 'n telflessie gevoeg en die aktiwiteit daarvan bepaal.

### 3.5 Bepaling van totale wateroplosbare proteïene.

Totale proteïene is bepaal volgens die metode van Lowry, Rosenbrough, Farr & Randall (1951).

Vir die bepaling is 0,5 ml van die proteïenekstrak wat in 3.4.1 beskryf word, geneem. By die kontrole is die proteïenekstrak met 0,5 ml ekstraksiebuffer vervang.

Die ligabsorberingsvermoë van die oplossing is na een uur op 'n Beckman DB-GT-spektrofotometer bepaal.

Die proteïenkonsentrasies is met behulp van 'n standaardkromme bepaal en in mg proteïen per gram droë blaarweefsel uitgedruk. Die standaardkromme is opgestel met serumalbumien.

Drie herhalings van die ekstraksie is gedoen met drie replikate per herhaling.

### 3.6 Jelelektroforese.

Vir jelelektroforese is die metodes van die volgende navorsers op die proef gestel: Orstein & Davis (1962); Moise & Hosoda (1976); Studier (1973); Weber & Osborn (1969) en Laemmli (1970).

Daar is besluit om die metode van Laemmli (1970) te gebruik omdat dit die beste resultate gelewer het t.o.v. skerpheid van proteïenbande asook die aantal proteïenbande.

Elke jel bestaan uit 'n 20 mm lang 3,6% akriëlamiedlaag op 'n 150 mm lang 7,5% akriëlamiedlaag gegiet in 'n glasbuis 5 x 180 mm . Die 3,6% jel bevat 3,6% akriëlamied; 0,8% N,N-bis-metileenakriëlamied (M/V); 0,125 M Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan en 0,1% SDS. Die 7,5% jel bevat 7,5% akriëlamied, 0,8% N,N-bis-metileenakriëlamied (M/V); 0,375 M Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan en 0,1% SDS. Polimerisering van die jelle is verkry deur die byvoeging van 0,025% tetrametieletieleendiamien (TEMED) en 0,025% ammoniumpersulfaat.

Die pH van die 3,6% jellaag is 6,7 en dié van die 7,5% laag 8,7.

Die elektrodebuffer (pH8,3) bevat 0,025M Tris-(hidroksiemetiel)-aminmetaan, 0,192M glisien en 0,1% SDS.

Elektroforetiese skeiding is uitgevoer op 'n "Shandon"-elektroforese-apparaat. 'n Konstante spanning van 2mA per buis is aangewend totdat die broomfenolblou-merker deur die 3,6% laag beweeg het. Hierna is 'n konstante spanning van 5mA per buis aangewend.

Nadat die jelle uit die glasbuis verwyder is, is hulle vir 12 uur in 10% TCA gefikseer. Kleuring is volgens die metode van Barrieux, Ingraham, David & Rosenfeld (1975), in "Coomassie Brilliant blue" gedoen. Die oplossing bestaan uit 62,5 mg Coomassie, 62,5 ml iso-propanol en 25 ml asynsuur opgemaak na 250 ml met gedistilleerde water. Die jelle is vir 24 uur gekleur. Ontkleuring is in 10% asynsuur gedoen.

By SDS-elektroforese is die kwaliteit van die SDS baie belangrik (Studier, 1973). Slegs SDS van "BDH" is in hierdie ondersoek gebruik omdat dit die beste resultate gelewer het.

Die beweeglikheid (afstand wat die proteïenfraksie beweeg het oor die afstand wat die broomfenolblou-merker beweeg het), van elke proteïenfraksie wat verkry is, is bepaal, en die molekulêre massa van elke fraksie is dan soos volg bepaal: 'n Kalibrasiekromme is met behulp van proteïenstandaarde vir SDS-jelelektroforese, wat van "Boehringer & Mannheim" verkry is, opgestel.

Relatiewe beweeglikheid is op die absisse aangebring en die logaritme van die molekulêre massa op die ordinaat. Uit die gegewens is 'n reguitlyn met 'n 97% passing verkry. Die formule van hierdie lyn is:

$$\text{Log } y = 5,2959 - (-2,8443 x)$$

waar  $x$  = relatiewe beweeglikheid

$y$  = molekulêre massa

Hierdie formule is gebruik vir die bepaling van die molekulêre massa van al die proteïenfraksies.

Die gemiddelde variasie op die bepaling van die molekulêre massa is 9% .

Op hierdie wyse is daar dan vasgestel dat daar vier-en-twintig proteïenfraksies by die twee mielielyne teenwoordig mag wees, afhangende van die stadium van uitdroging.

Dit is belangrik om daarop te let dat die proteïenfraksies P18 - P24 nie op die kalibrasiekromme wat met die standaard opgestel is, val nie. Die waardes vir die molekulêre massas van hierdie fraksies is dus waarskynlik minder betroubaar as die res van die proteïenfraksies.

Die bepaling is twee maal herhaal en die resultate toon baie min variasie.

### 3.7 Bepaling van die C<sup>14</sup>-aktiwiteit.

Die aktiwiteit van beide die bovloeistof en die proteïenekstrak beskryf in 3.4.3 is bepaal met 'n vloeistofsintillasiemeter.

Absolute aktiwiteit is bepaal deur die gebruik van 'n eksterne standaard. Optimale teltoestande vir albei die telmediums is eers vooraf bepaal.

Persentasie proteïensintese is met behulp van die volgende vergelyking bereken:

$$\% \text{ Proteïensintese} = \frac{\text{Aktiwiteit proteïenekstrak}}{\text{Aktiwiteit bovloeistof}} \times \frac{100}{1}$$

Twee herhalings van hierdie proef is gedoen met twee replikate by elke bepaling.

### 3.8 Bepaling van RNase-aktiwiteit.

Die metode van Tuve & Anfinsen (1960) soos gebruik deur ARAD, MIZRAHI & Richmond (1973) is met wysigings gebruik.

Een gram blaarweefsel waarvan die massa noukeurig bepaal is, is met vloeibare lug gevries. Die gevriesde weefsel is vir 2,5 minute in 10 ml 0,1M fosfaatbuffer (pH6,0) gehomogeniseer. Die homogenaat is teen 15 000 g vir 15 minute by 'n temperatuur van 0 - 2°C gesentrifugeer.

Een ml van die bovloeistof is by 2 ml substraatoplossing (4 mg/ml RNS opgelos in buffer pH6,0) gevoeg en vir 1 uur by 40°C geïnkubeer.

Die reaksie is deur die byvoeging van 1 ml 25% perchloorsuur bevattende 0,75% uranielasetaat (m/v) beëindig. Die oplossing is goed geskud en oornag in 'n koelkamer gelaat.

Die gepresipiteerde RNS is teen 7 000 g vir 10 minute gesentrifugeer. Die ligabsorberingsvermoë van die bovloeistof is by 260 nm met behulp van 'n Beckman DB-GT-spektrofotometer bepaal.

Die kontrole is berei deur die ensiem- en substraatoplossings afsonderlik te inkubeer en dan die RNS te presipiteer voordat die ensiem bygevoeg word.

Resultate word as die ligabsorberingsvermoë per gram droë blaarweefsel by 260 nm weergegee.

Drie herhalings van die proef, met drie replikate van elke bepaling is gedoen.

### 3.9 Ekstraksie en bepaling van proteïenaminosure.

Die metode van Nguyen & Paquin (1971) is gebruik.

Die massa van 2 gram blare is noukeurig bepaal en vir 5 minute in 50 ml 90% etanol gehomogeniseer. Die homogenaat is gesentrifugeer en die bovloeistof bewaar. Die proses is agtereenvolgens met 80% en 70% etanol herhaal. Die verkrygte etanol-ekstrakte is deur 350 x 10 mm Dowex-H<sup>+</sup>-uitruilharskolom gesuig. Die hars is vooraf met 2N HCl geregenereer en daarna deeglik met 500 ml gedistilleerde en gedeïoniseerde water gespoel.

Die aminosure is met 100 ml 2N  $\text{NH}_4\text{OH}$  en 100 ml 4N  $\text{NH}_4\text{OH}$  geëlueer. Die eluaat is met behulp van 'n vakuuindampapparaat droog gedamp. Die residu is in 5 ml sitraatbuffer (pH2,0) opgelos.

Hierdie ekstrak is vir verdere skeiding en kwantitatiewe bepaling van die aminosure op die TSM-1-aminosuuranaliseerder gebruik.

Totale proteïenaminosuurkonsentrasies sowel as die konsentrasies van die afsonderlike aminosure is vanaf die chromatogramme bereken. Norleusien is deurgaans as interne standaard gebruik.

Drie herhalings van die proef is gedoen. Van elke monster is drie bepalings gedoen.

#### 4. RESULTATE.

##### 4.1 Verandering in relatiewe persentasie watertekort.

(fig. 1 en tabel 1)

Onder droogtetoestande vind daar met tydsverloop 'n reglynige toename in die relatiewe persentasie watertekort by albei die mielielyne plaas. Uit fig. 1 is dit egter duidelik dat die toenametempo in die persentasie watertekort by A281 (Potch-teellyn) heelwat vinniger is as by G556DT(V.S.A.-teellyn). Veral vanaf die derde dag van die droogteperiode is hierdie vinniger uitdroging van A281 waarneembaar. Dit bring mee dat die relatiewe persentasie watertekort op 'n hoogs betekenisvolle vlak tussen die twee mielielyne verskil op dag vyf en sewe.

##### 4.2. Totale wateroplosbare proteïene.

(fig. 2.1 & 2.2 en Tabelle 2.1 en 2.2)

Uit fig. 2.1 en tabel 2.1 is dit duidelik dat G556DT 'n baie hoër wateroplosbare proteïeninhoud as A281 het. Hierdie hoër konsentrasie proteïene word deurqaans gedurende die verloop van die droogteperiode behou.

Daar is feitlik 'n reglynige afname in die wateroplosbare proteïenkonsentrasie van A281 vanaf dag een tot vyf van die droogteperiode. Vanaf dag vyf tot sewe is daar 'n baie skerp afname in die proteïenkonsentrasie. Die verandering in die proteïenkonsentrasie is deurqaans betekenisvol en hoogs betekenisvol vanaf dag vyf tot sewe (fig. 2.1 en tabel 2.1).

By G556DT is die persentasie afname in die wateroplosbare proteïenkonsentrasie tussen dag een en vyf baie laer as by A281 (fig. 2.2 en tabel 2.2). Na die vyfde dag van die droogteperiode is daar egter 'n skerp afname in die proteïenkonsentrasie wat hoogs betekenisvol is by albei die mielielyne. Die verandering is egter sodanig dat A281 betekenisvol van G556DT verskil met die volle verloop van die droogteperiode (fig. 2.2 en tabel 2.2).

#### 4.3 Proteïensintese tempo.

(fig. 3 & 8 en tabel 3)

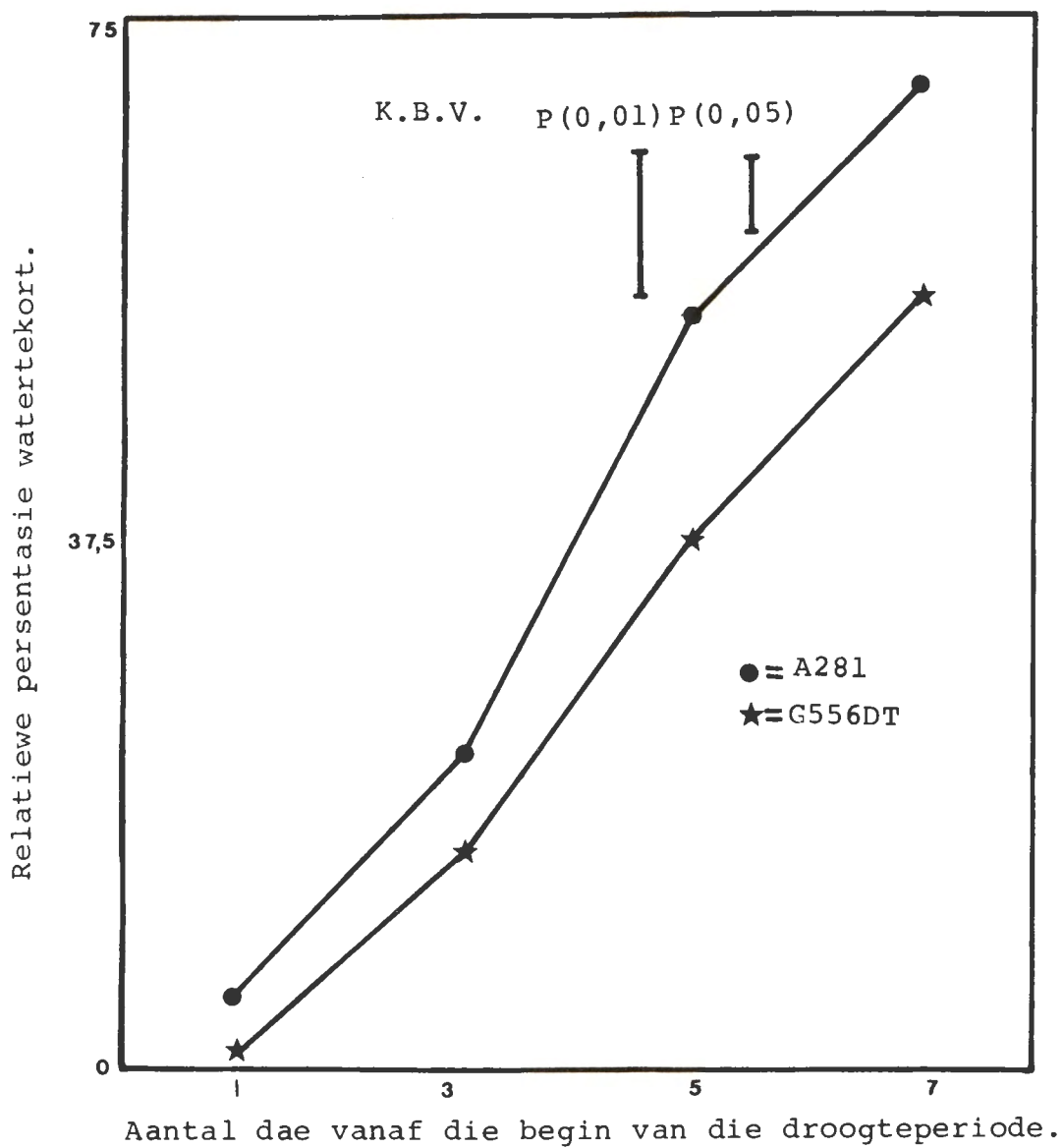
Volgens die krommes van fig. 3 en tabel 3 is daar 'n reglynige afname in die persentasie proteïensintese vanaf dag een van die droogteperiode by albei die mielielyne.

Die afnametempo is egter baie hoër by A281 as by G556DT. Veral tussen dag een en drie is die afname by G556DT laer as by A281 (fig. 3 en tabel 3).

#### 4.4 Chlorofilkonsentrasies.

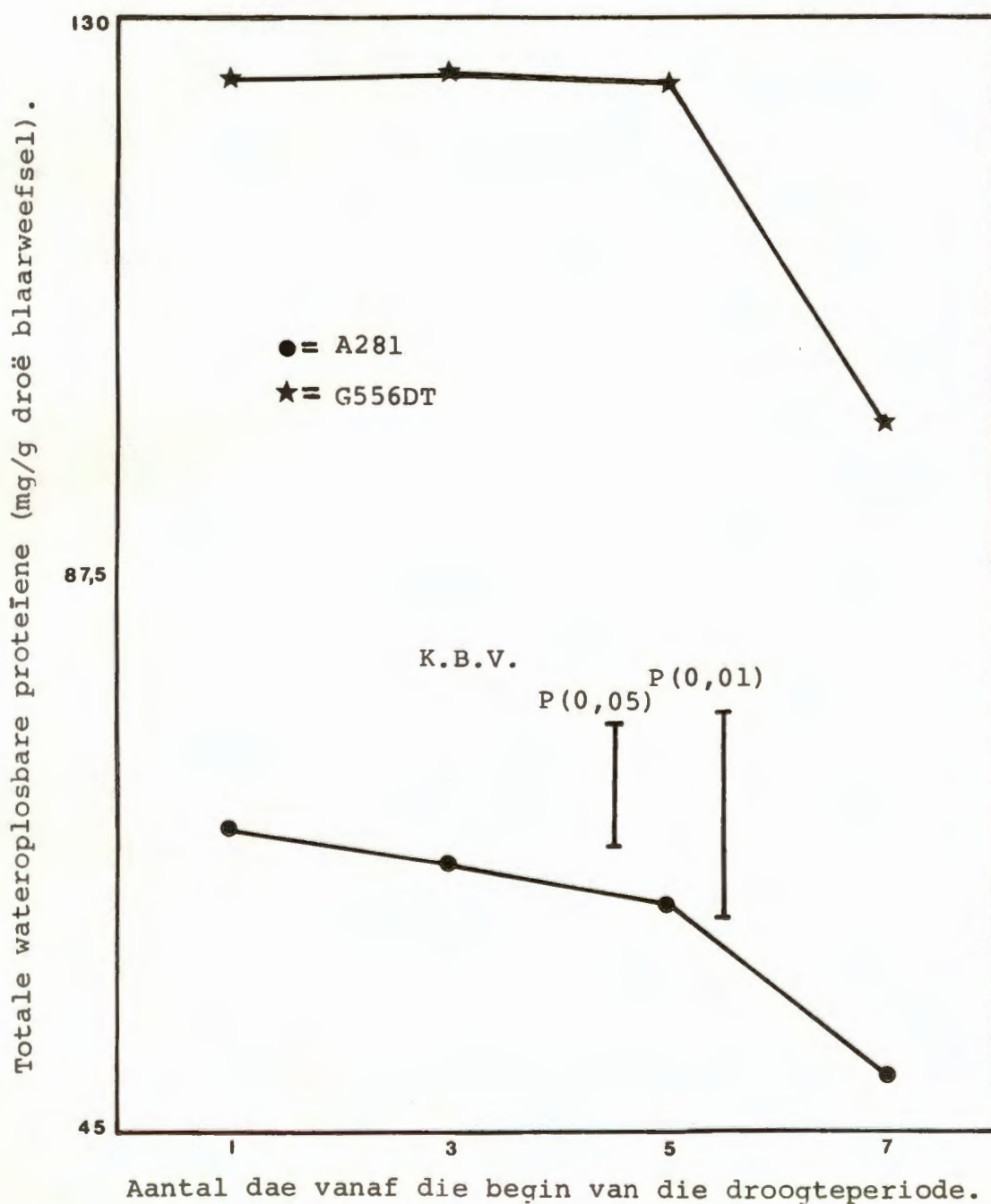
(fig. 4.1, 4.2 & 8 en tabelle 4.1, 4.2 & 4.3)

Uit die resultate is dit duidelik dat daar 'n byna reglynige afname in die konsentrasies van chlorofil a en b, sowel as totale chlorofil by albei die mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode plaasvind. Dit is egter duidelik dat by G556DT hierdie afname in konsentrasie stadiger plaasvind as by A281. Die verskil in afnametempo is veral opvallend by die chlorofil a en totale chlorofilkonsentrasies.



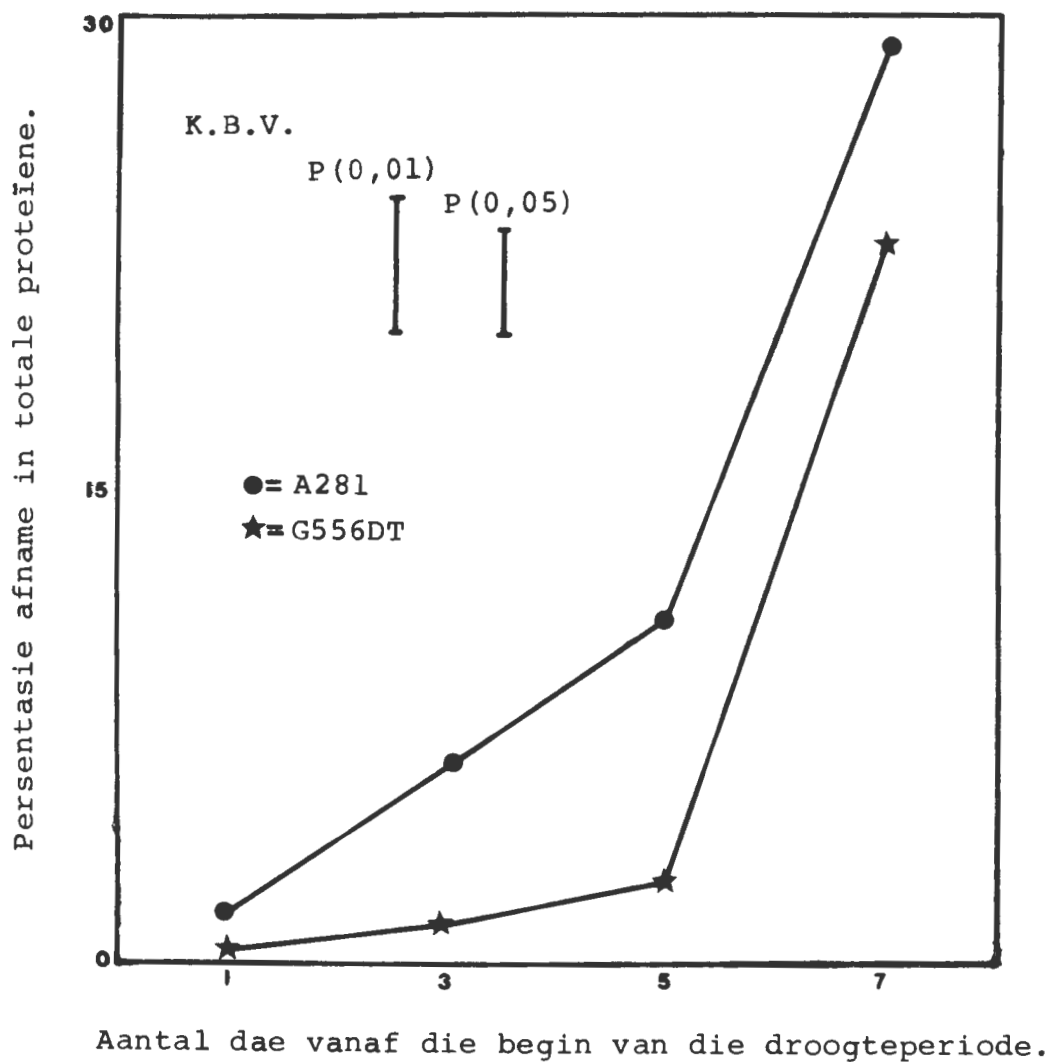
Figuur 1.

Die verandering in relatiewe persentasie watertekort by die twee mielielyne met die verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 1).



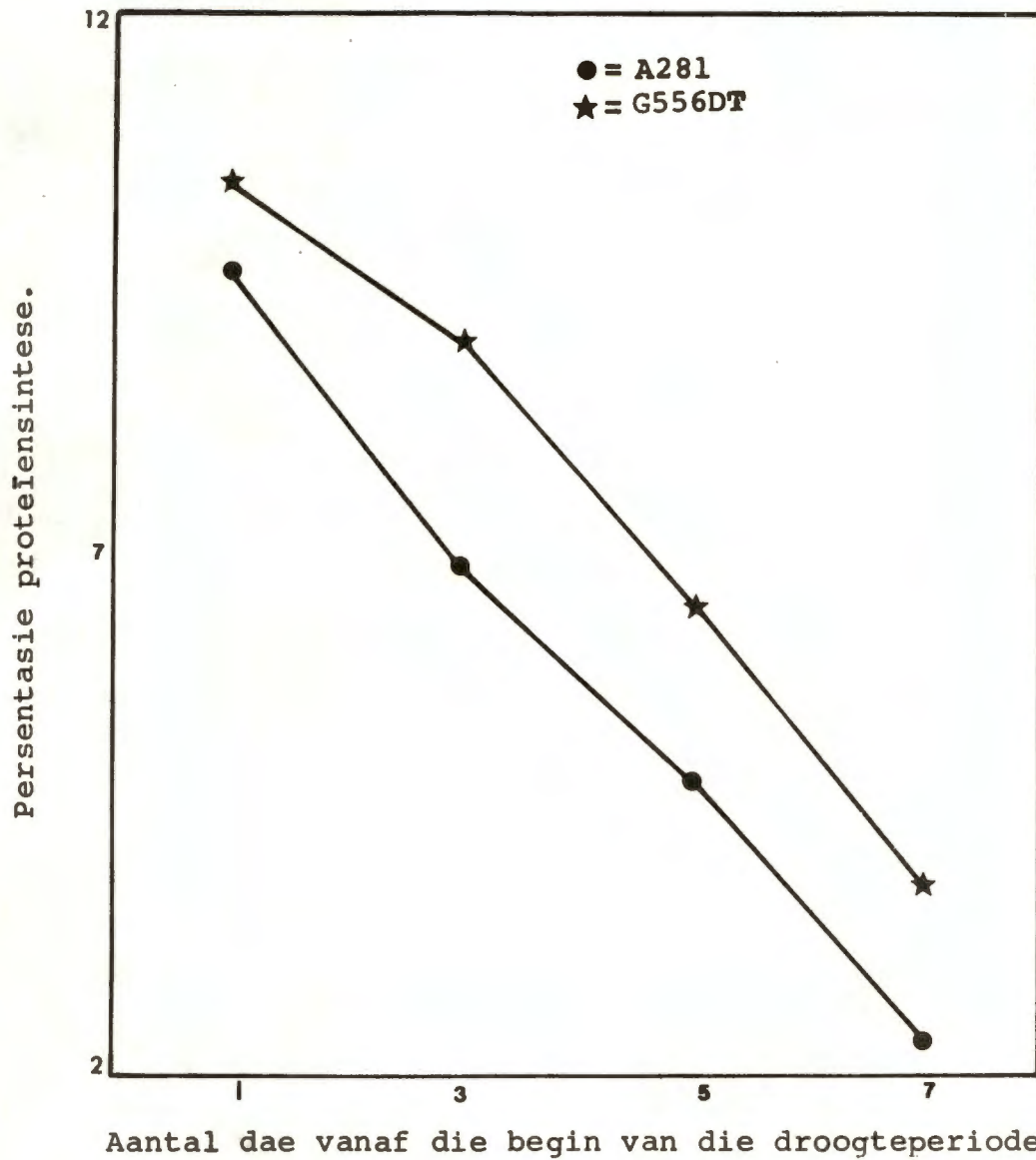
Figuur 2.1

Verandering in die totale wateroplosbare proteïene (mg/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode. (Bylaag: tabelle 2.1 en 2.2).



Figuur 2.2

Die persentasie-afname in die totale wateroplosbare proteïenkonsentrasies gedurende die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 2.2).



Figuur 3.

Die invloed van droogtetoestande op die persentasie proteïensintese van die twee mielieïlyne A281 en G556DT. (Bylaag: Tabel 3).

Daar is 'n skynbaar noue verband tussen die afname in chlorofilkonsentrasies en die proteïensintese tempo (fig. 8).

#### 4.5 RNase-aktiwiteit.

(fig. 5 en tabel 6).

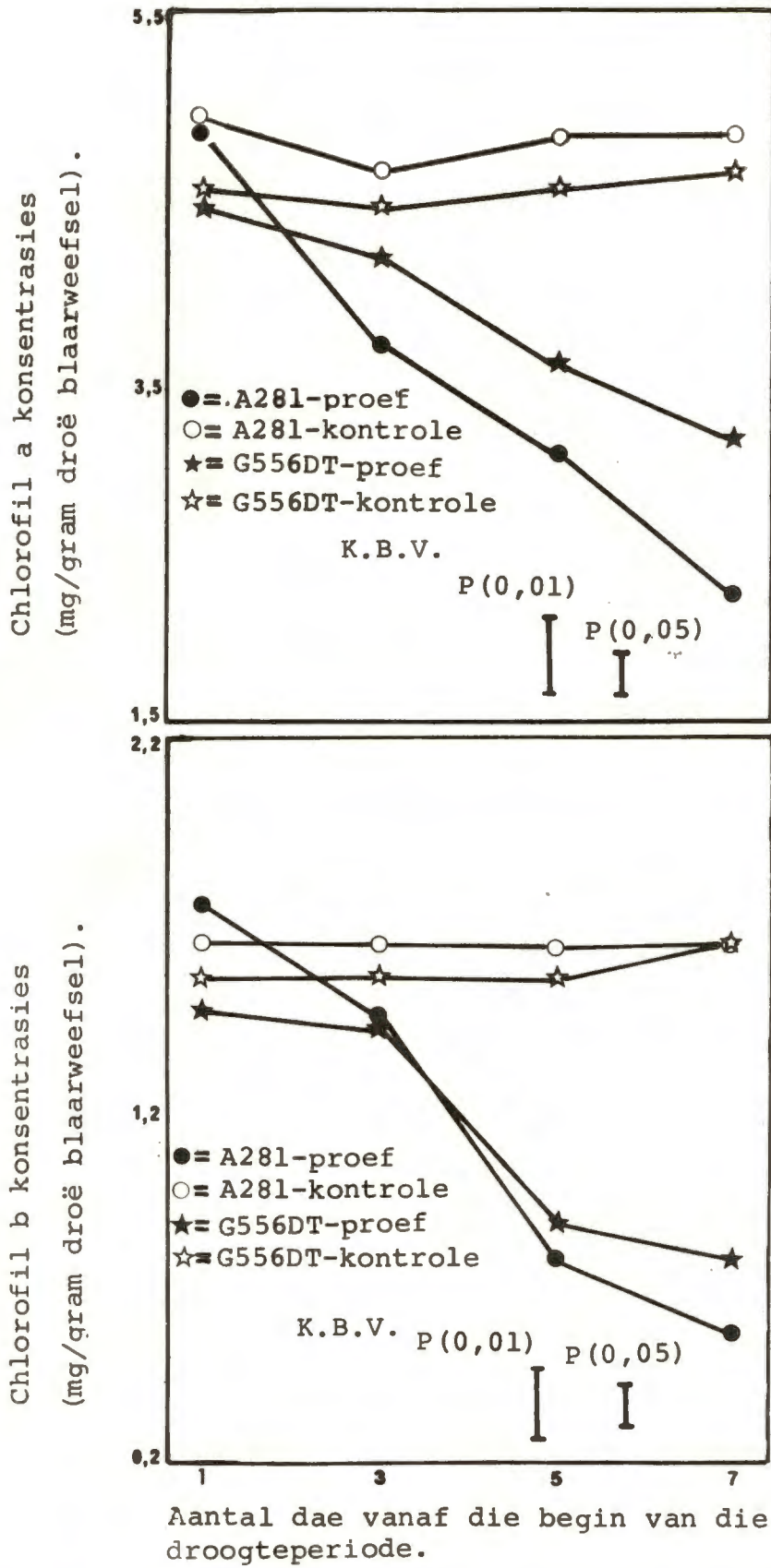
Vanaf die eerste dag van die droogteperiode neem die RNase-aktiwiteit van A281 skerp toe. Hierdie toename is veral vanaf die vyfde dag baie vinnig volgens die kromme van fig. 5. G556DT toon ook 'n toename in RNase-aktiwiteit maar eers vanaf die derde dag van die droogteperiode. Die baie skerp toename vanaf die vyfde dag wat by A281 voorkom, is nie by G556DT waargeneem nie.

#### 4.6 Verandering in die wateroplosbare proteïenfraksies.

(fig. 9, 10 & 11 en tabel 6)

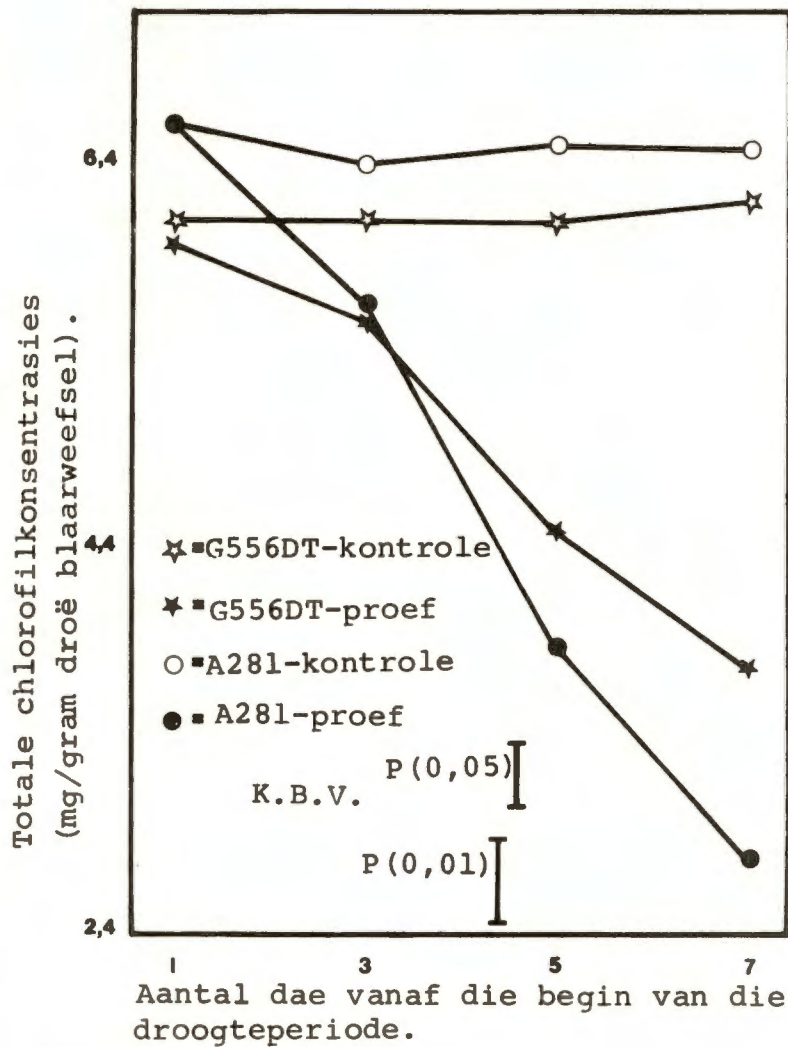
By die twee mielielyne is daar altesaam vier-en-twintig wateroplosbare proteïenfraksies verkry gedurende die verloop van die droogteperiode. Die molekulêre massa van hierdie fraksies wissel tussen 176 000 u en 12 000 u met 'n variasie van 9%.

Die volgende veranderinge is veral duidelik waarneembaar by die proteïenfraksies van A281 gedurende die verloop van die droogteperiode (fig. 10): Daar is 'n toename in die aantal proteïenfraksies met 'n laag molekulêre massa ( $P_1 = 12\ 500$  u -  $P_9 = 24\ 800$  u) tussen dag een en drie. Die aantal hoog molekulêre proteïenfraksies ( $P_{19} = 121\ 900$  u -  $P_{24} = 171\ 000$  u) neem tussen dag drie en vyf af.



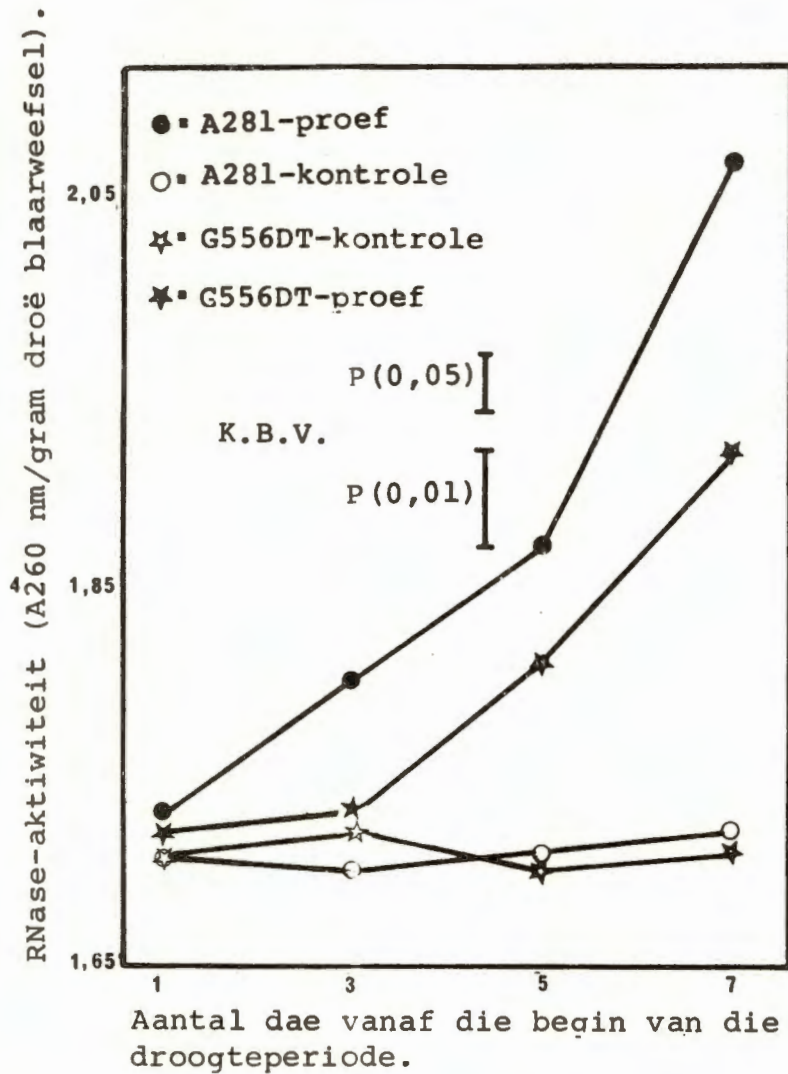
Figuur 4.1

Verandering in die chlorofil a en b-konsentrasies (mg/gram droë blaarweefsel) by A281 en G556DT gedurende die verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabelle 4.1, 4.2).



Figuur 4.2

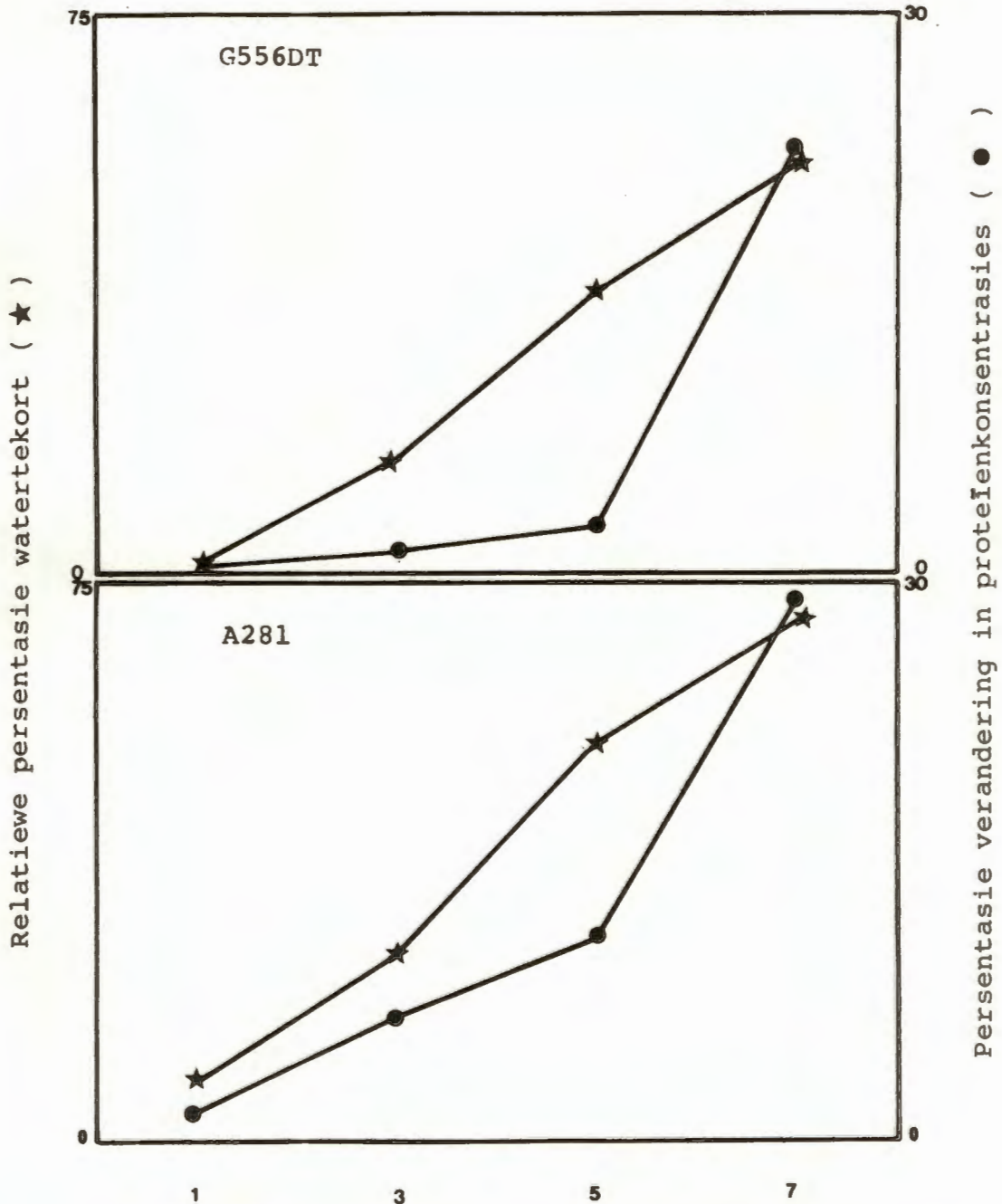
Verandering in die totale chlorofilkonsentrasies (mg/gram droë blaarweefsel) by A281 en G556DT gedurende die verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 4.3).



Figuur 5.

Verandering in die RNase-aktiwiteit

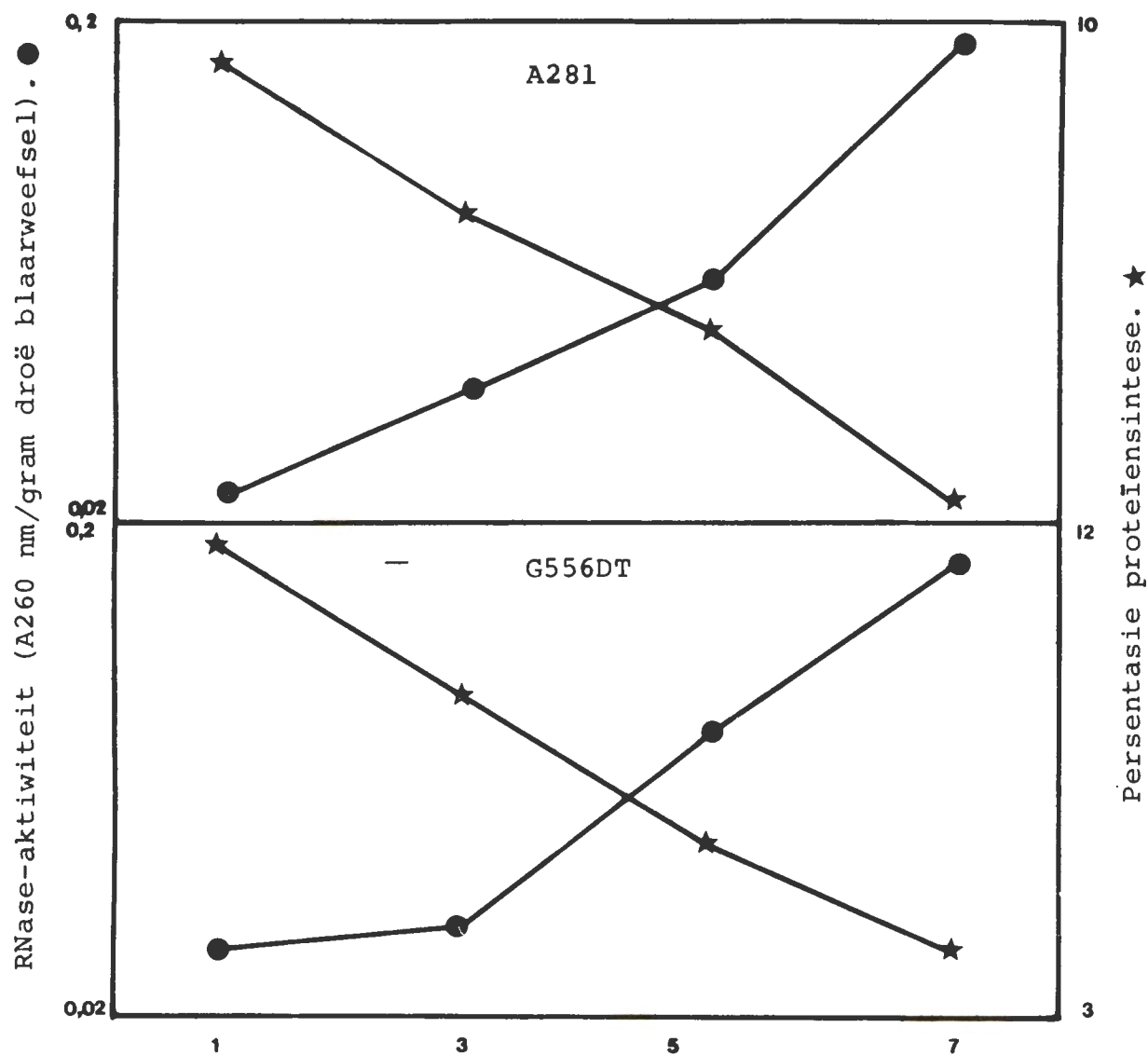
(A260 nm/gram droë blaarweefsel)  
van die twee mielielyne gedurende  
die verloop van die droogteperiode.  
(Bylaag: Tabel 5).



Aantal dae vanaf die begin van die droogteperiode.

Figuur 6.

Die verandering in relatiewe persentasie watertekort en die persentasie verandering in die proteïenkonsentrasies by A281 en G556DT tydens die verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabelle 1 en 2.2).

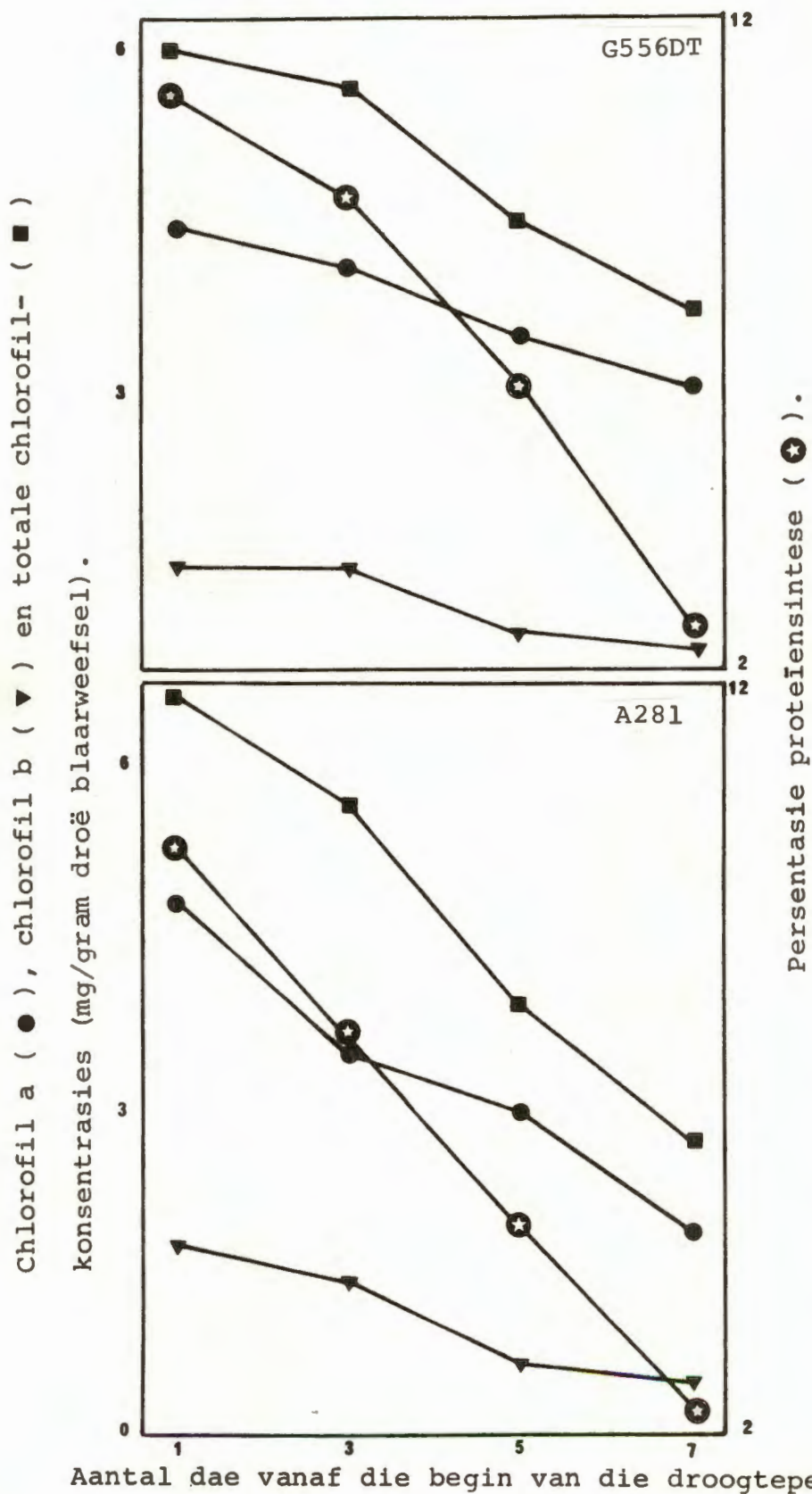


Aantal dae vanaf die begin van die droogteperiode.

Figuur 7.

Die toename in die RNase-aktiwiteit en die afname in die persentasie proteïensintese by A281 en G556DT tydens die verloop van die droogteperiode.

(Bylaag: Tabelle 3 en 5).



Figuur 8.

Die afname in die proteïensintese tempo en die afname in die totale chlorofil-, chlorofil a en chlorofil b konsentrasies (mg/gram droë blaarweefsel) gedurende die droogteperiode by A281 en G556DT. (Bylaag: Tabelle 3, 4.1, 4.2 en 4.3).

Eweneens neem die aantal intermediêr molekulêre massa-proteïenfraksies ( $P_9 = 24\ 800\ \text{u} - P_{19} = 121\ 000\ \text{u}$ ) tussen dag vyf en sewe af. Dit is duidelik dat die konsentrasie van bykans al die proteïenfraksies met verloop van die droogteperiode afneem. Die afname is veral duidelik by die fraksies met 'n molekulêre massa van tussen  $24\ 800\ \text{u}$  en  $171\ 000\ \text{u}$  ( $P_{19} - P_{24}$ ).

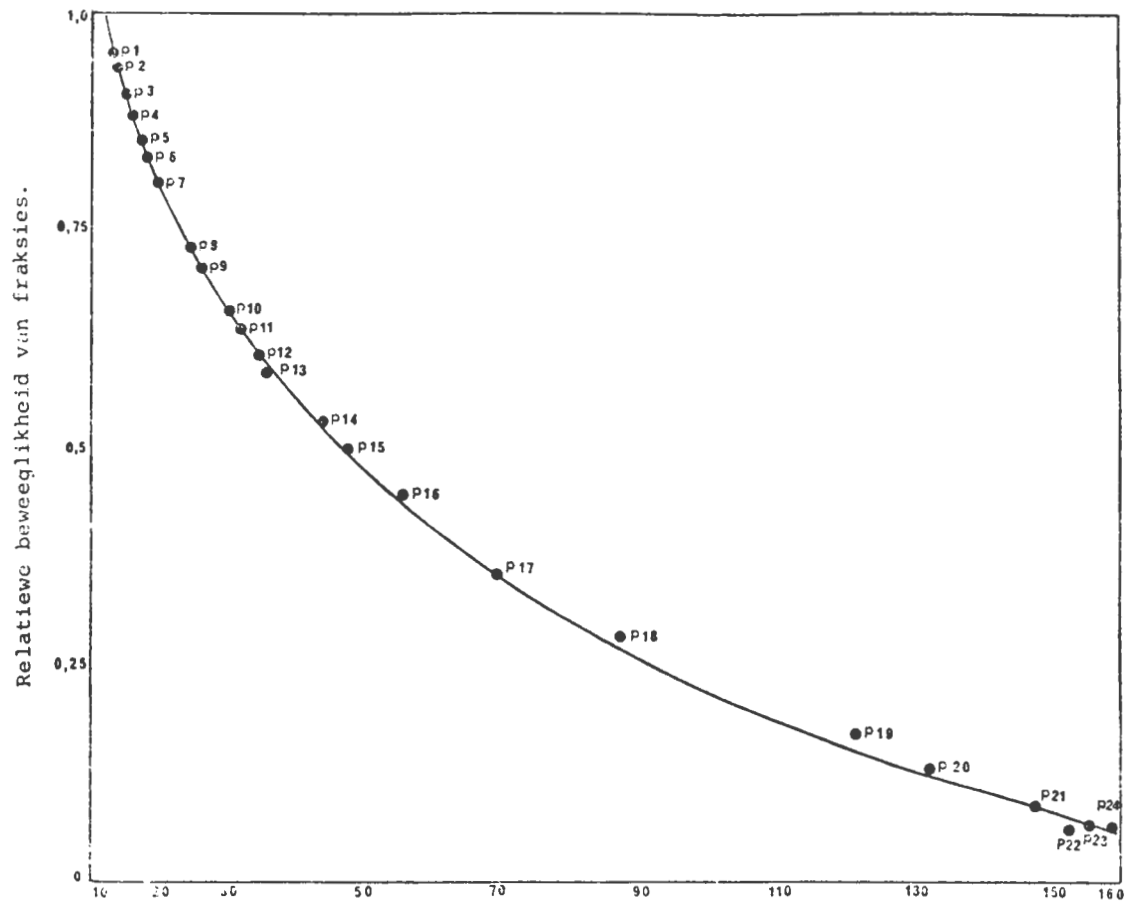
By G556DT is dit veral die hoog molekulêre massa-proteïenfraksies wat verander ( $P_{19} = 121\ 000\ \text{u} - P_{24} = 171\ 000\ \text{u}$ ). Hierdie verandering kom gewoonlik tussen dag drie tot vyf voor. 'n Verdere opvallende verandering is die toename in die aantal lae molekulêre fraksies ( $P_1 = 12\ 500\ \text{u} - P_9 = 24\ 800\ \text{u}$ ) vanaf dag drie tot vyf. Die verandering in die totale aantal proteïenfraksies is baie minder as wat by A281 die geval is (fig. 11).

#### 4.7 Verandering in die totale proteïenaminosure.

(fig. 12 en tabel 7).

Die totale proteïenaminosuurkonsentrasies neem skerp toe tussen dag een en drie by A281. Vanaf dag drie tot vyf neem die konsentrasie baie skerp af. Tussen dag vyf en sewe toon die aminosuurkonsentrasie baie min verandering.

'n Vinnige toename in die totale proteïenaminosuurkonsentrasies word eers tussen dag drie en vyf by G556DT waargeneem.



Figuur 9.

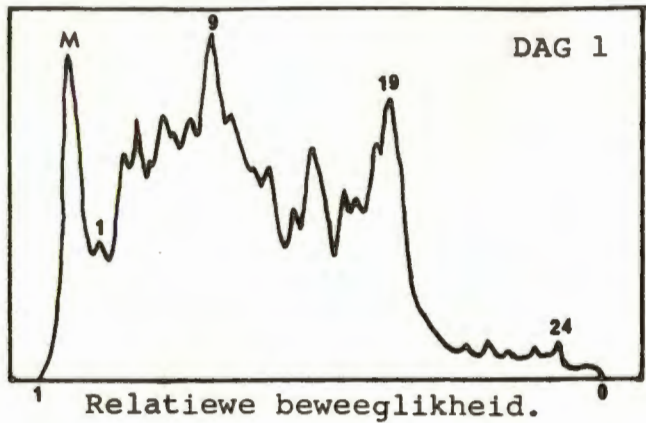
Molekulêre massa x 10<sup>3</sup>.

Verband tussen molekulêre massa en die beweeglikheid van die verskillende proteïenfraksies

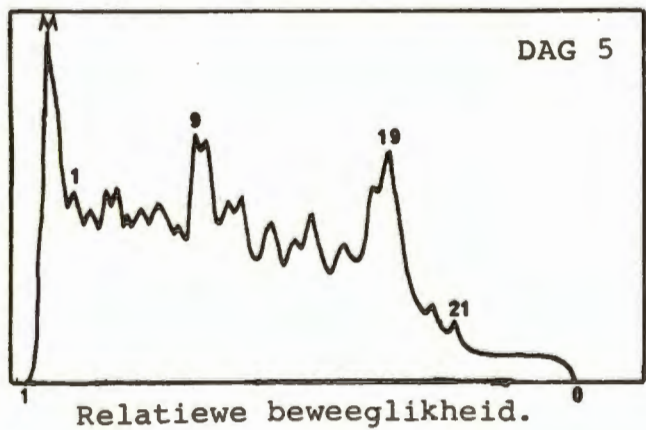
van die twee mielielyne. P1 - P24 is die verskillende proteïenfraksies. Gemiddelde variasie 9%.

(Bylaag: Tabel 6).

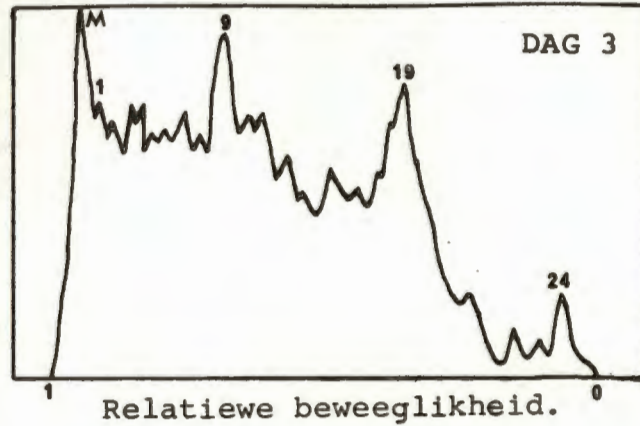
Absorpsievermoë by 575 nm



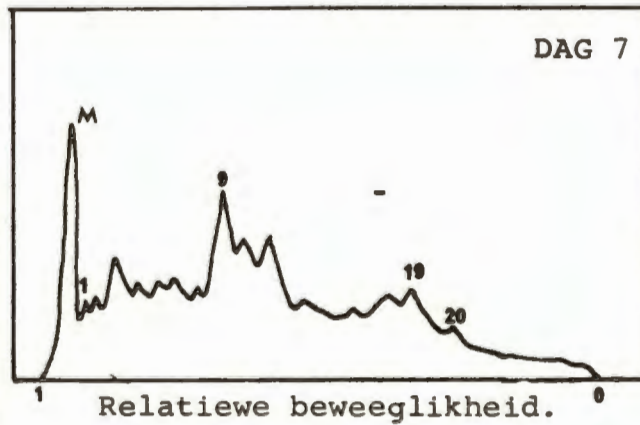
Absorpsievermoë by 575 nm



Absorpsievermoë by 575 nm



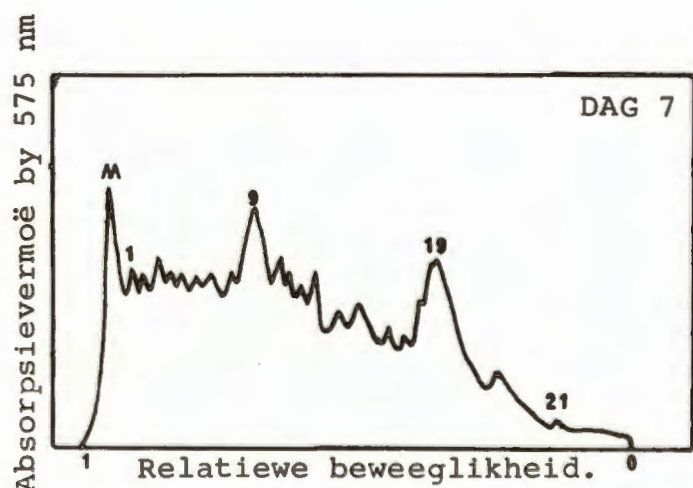
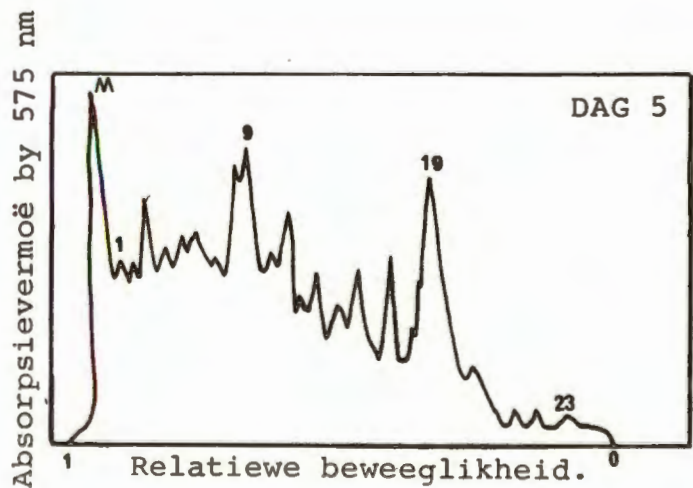
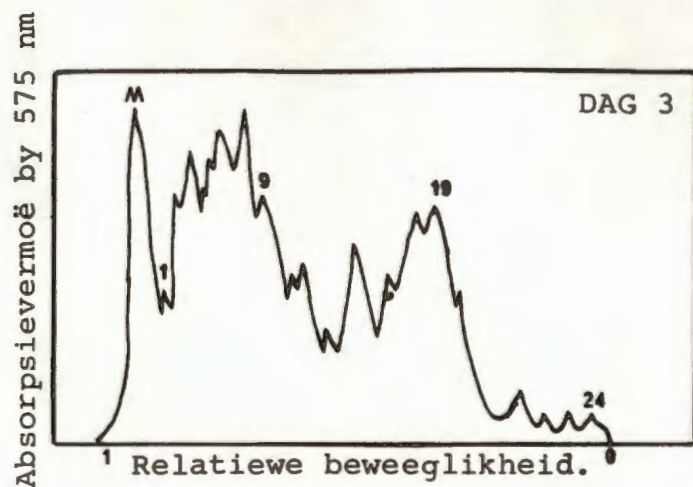
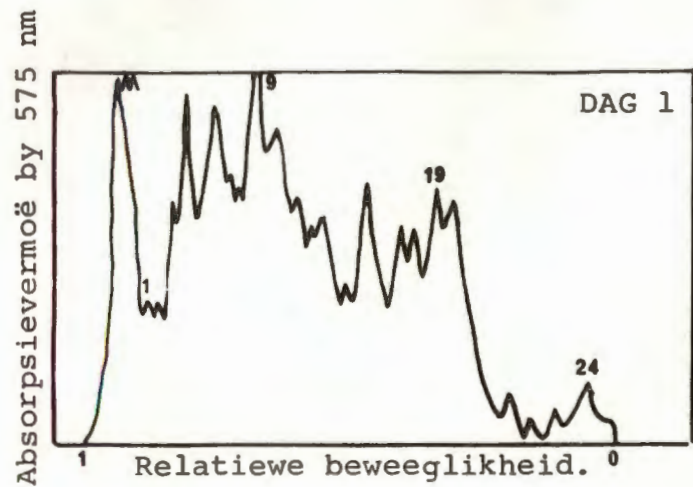
Absorpsievermoë by 575 nm



Figuur 10.

Die proteïensamestelling van die wateroplosbare fraksie van A281 op verskillende tye van die droogteperiode. P1 - P24 is die verskillende proteïenfraksies.

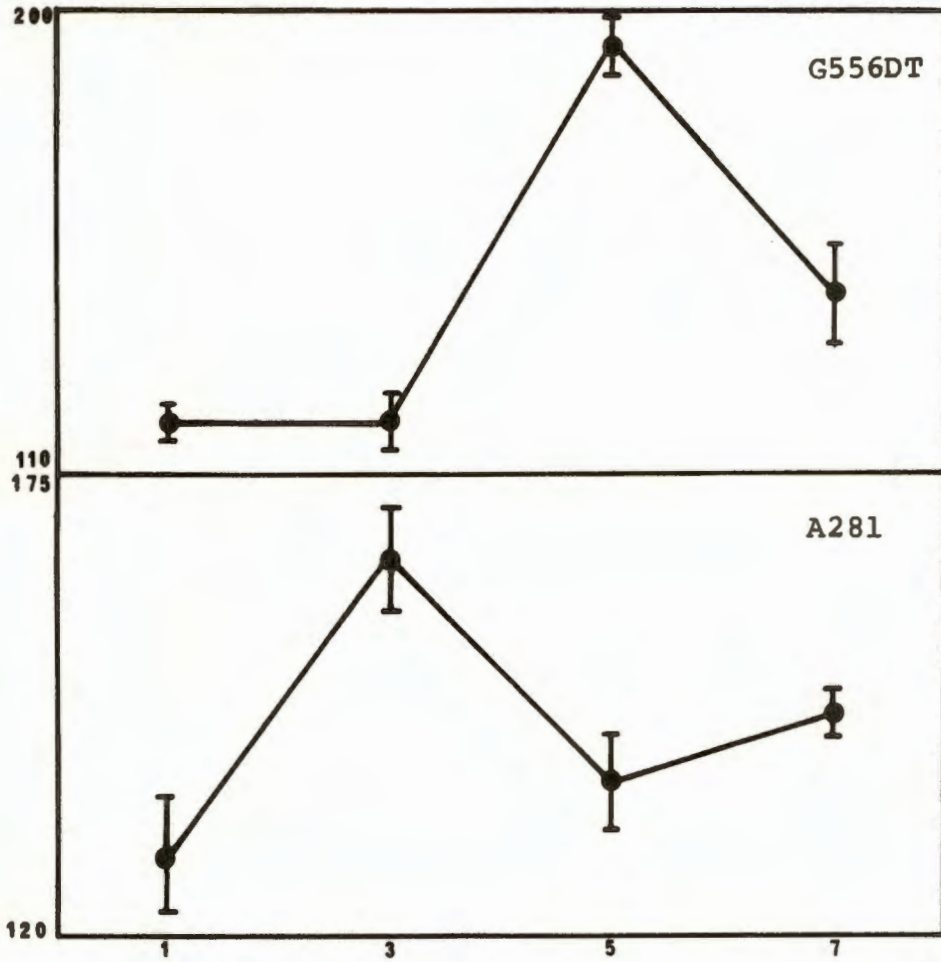
(Bylaag: Tabel 6).



Figuur 11.

Die proteïensamestelling van die wateroplosbare proteïenfraksies van G556DT op verskillende tye van die droogteperiode. P1 - P24 is die verskillende proteïenfraksies. (Bylaag: Tabel 6).

Aminosuurkonsentrasie in  $\mu\text{mol/gram}$  droë blaarweefsel.



Aantal dae vanaf die begin van die droogteperiode.

Figuur 12.

Verandering in die totale proteïenaminoasuurkonsentrasies ( $\mu\text{mol/gram}$  droë blaarweefsel) van die twee mielielyne tydens die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 7).

Vanaf dag vyf tot sewe is daar weer 'n vinnige afname in die aminosuurkonsentrasie.

#### 4.8 Verandering in die verskillende proteïenaminosuurkonsentrasies.

##### 4.8.1. Verandering by A281.

(fig. 13 en tabel 8).

By A281 is 'n toename in die konsentrasies van prolien, treonien en leusien vanaf die eerste dag van die droogteperiode waargeneem. Opvallend is die skerp styging in die prolienkonsentrasies tussen dag een en drie, met baie min verandering in konsentrasie gedurende die res van die droogteperiode.

Die tirosien-, arginien- en  $\alpha$ -alanienkonsentrasies neem aanvanklik toe tussen dag een en drie. Hierdie aminosure se konsentrasies neem egter weer af tussen dag vyf en sewe van die droogteperiode.

Aspartiensuur, fenielalanien en histidien se konsentrasies neem tussen dag een en drie toe, daal tussen dag drie en vyf en styg weer tussen dag vyf en sewe.

Glisien, isoleusien en valien toon baie geringe verandering in konsentrasie tot en met dag vyf waarna die konsentrasie van isoleusien skerp toeneem en die van glisien en valien afneem.

Die glutamiensuurkonsentrasie neem feitlik reglynig af met die verloop van die droogteperiode. Die lisienkonsentrasie daal baie vinnig tussen dag een en drie en toon dan min verandering gedurende die res van die droogteperiode.

Serienkonsentrasies verander baie min gedurende die droogteperiode en bly deurqaans redelik hoog.

#### 4.8.2. Verandering by G556DT.

(fig. 13 en tabel 8).

Die konsentrasies van aspartiensuur, prolien, isoleusien, valien, leusien en fenielalanien neem almal by G556DT toe tussen dag drie en vyf van die droogteperiode. Tussen dag vyf en sewe is daar relatief min verandering en bly die amino-suurkonsentrasies hoog.

Serien, lisien,  $\alpha$ -alanien, tirosien en histidien se konsentrasie neem toe tussen dag drie en vyf en neem weer af tussen dag vyf en sewe.

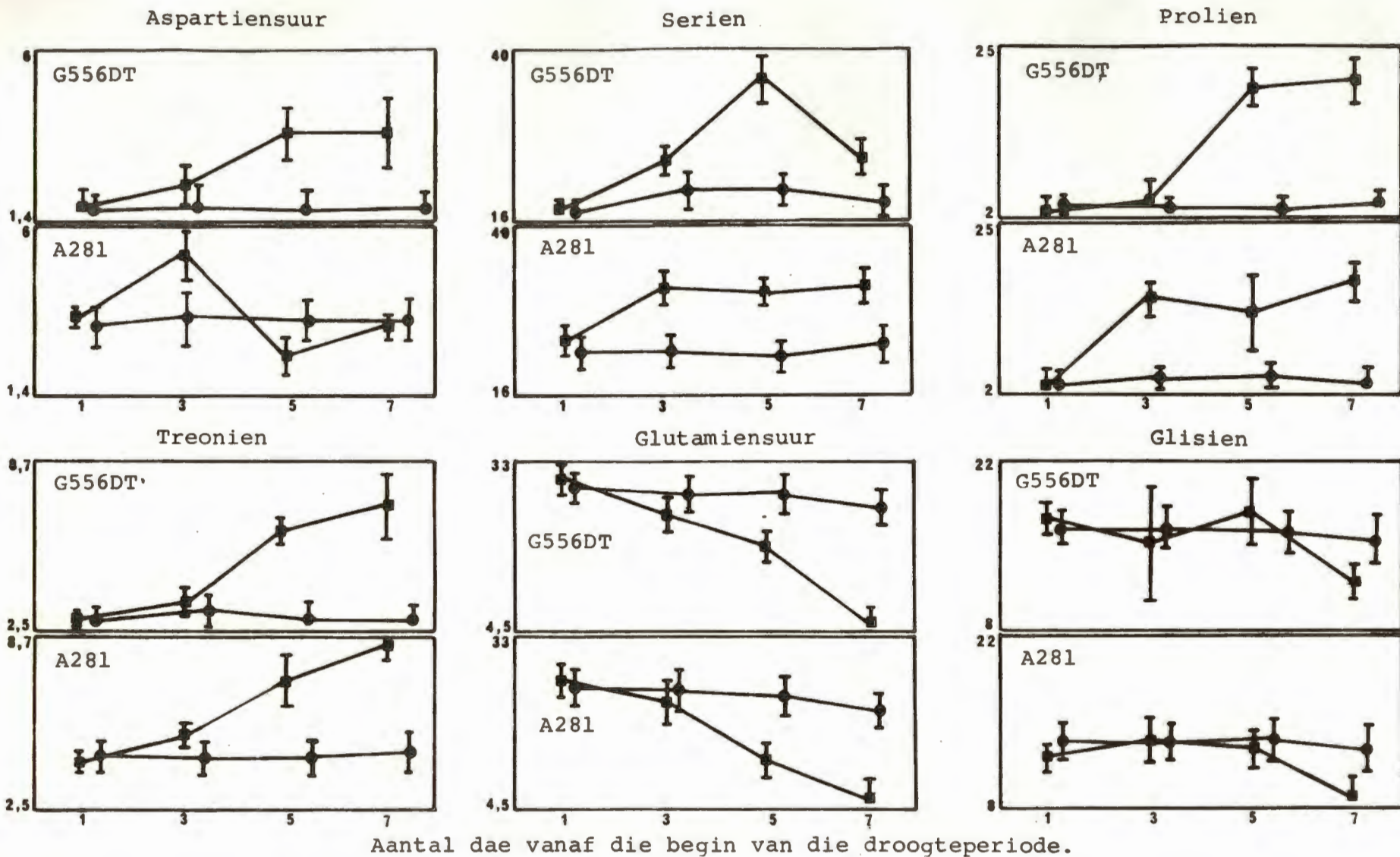
Glisienkonsentrasies vertoon min verandering tot en met dag vyf waarna die konsentrasie afneem. Die glutamiensuurkonsentrasie neem reglynig af vanaf dag een tot sewe van die droogteperiode.

Arginienkonsentrasies neem baie skerp toe vanaf dag drie tot sewe van die droogteperiode.

Daar vind min verandering by albei die mielielyne tydens die verloop van die droogteperiode by die kontrole-plante plaas.

Aminosuurkonsentrasie in  $\mu\text{mol}/\text{gram}$  droë blaarweefsel.

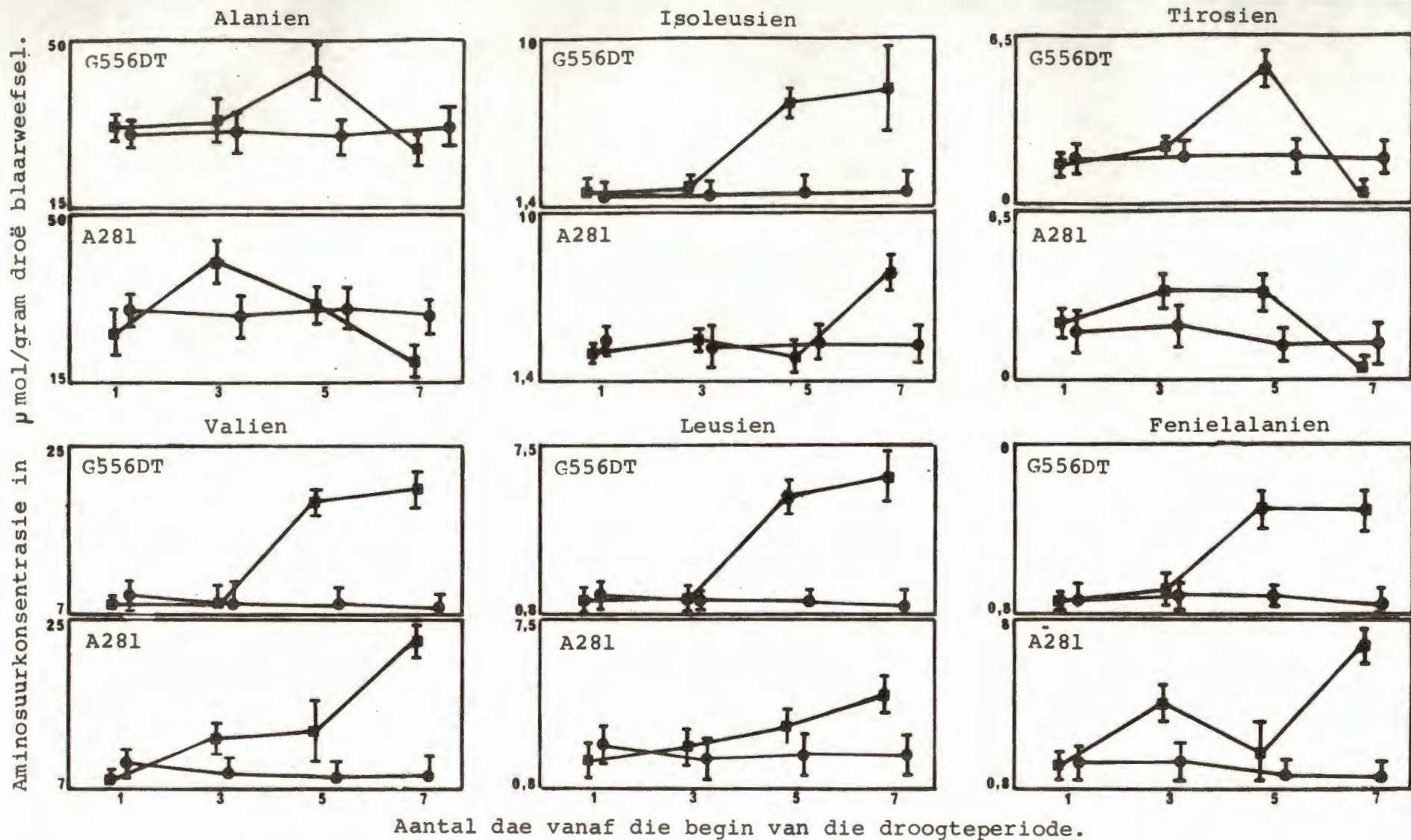
Aminosuurkonsentrasie in  $\mu\text{mol}/\text{gram}$  droë blaarweefsel.



48.

Figuur 13.

Verandering in die konsentrasies van die verskillende vrye proteïenaminosure ( $\mu\text{mol}/\text{gram}$  droë blaarweefsel) van die twee mielielyne met verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 8)  
 ■ = proefplante      ● = kontroleplante.

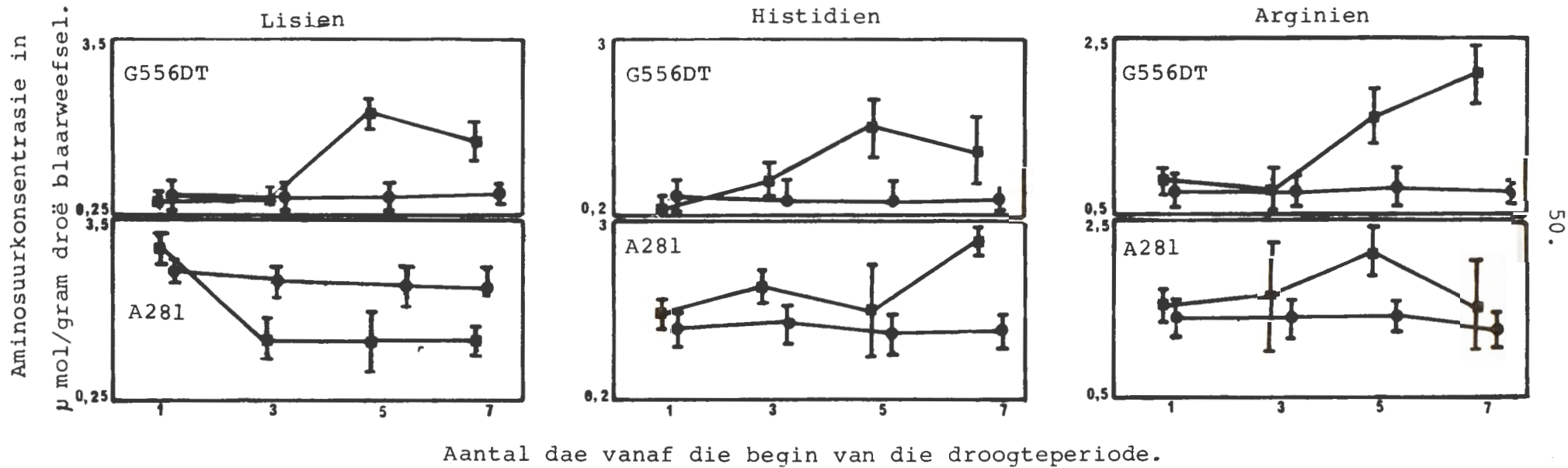


Aantal dae vanaf die begin van die droogteperiode.

Figuur 13. (vervolg).

Verandering in die konsentrasies van die verskillende vrye proteïenaminosure ( $\mu\text{mol/gram}$  droë blaarweefsel) van die twee mielielyne met verloop van die droogteperiode.

(Bylaag: Tabel 8) ■ = proefplante ● = kontroleplante.



Figuur 13. (vervolg).

Verandering in die konsentrasies van die verskillende vrye proteïenaminosure ( $\mu$  mol/gram droë blaarweefsel) van die twee mielielyne met verloop van die droogteperiode. (Bylaag: Tabel 8

■ = proefplante      ● = kontroleplante.

## 5. BESPREKING EN GEVOLGTREKKING.

### 5.1. Relatiewe persentasie watertekort en proteïeninhoud.

(fig. 1, 2.1, 2.2, 3, 5, 6, 7, 11 en 12 en tabelle 1, 2.1, 2.2, 3 en 5)

Die relatiewe persentasie watertekort neem by albei die mielielyne byna reglynig met die verloop van die droogteperiode toe. G556DT is blykbaar instaat om die tempo van vogverlies beter te beperk as A281 (fig. 1 en tabel 1).

Chen, et al. (1964) meen dat proteïene waarskynlik die grootste faktor is wat bydra tot die matryspotensiaal van plantweefsel. Volgens hierdie outeurs sal 'n toename in totale proteïenkonsentrasie aanleiding gee tot 'n afname in die tempo van vogverlies.

Volgens Todd, Ingram & Stutte (1962) is die proteïeninhoud van koring met 'n hoë droogtebestandheid, hoër as by koring wat nie droogtebestand is nie.

Die proteïeninhoud van G556DT is hoër as dié van A281 gedurende die hele verloop van die droogteperiode (fig. 2.1 & 2.2 en tabelle 2.1 & 2.2). Hierdie kenmerk van G556DT is waarskynlik die belangrikste faktor wat aanleiding gee tot 'n kleiner persentasie watertekort by hierdie lyn as by A281.

Gedurende die verloop van die droogteperiode word daar 'n afname in die totale proteïeninhoud by albei die mielielyne waargeneem (fig. 2.1 & 2.2 en tabelle 2.1 & 2.2). Hierdie resultate stem grotendeels ooreen met gegewens verkry deur Dhindsa & Bewley 1976; Maranville & Paulsen 1972; Savitskaya 1972 en... Stutte & Todd 1967.

Uit die resultate is dit, soos reeds aangedui, duidelik dat daar by G556DT 'n geringer verandering in proteïeninhoud tydens droogte plaasvind as by A281 (fig. 2.2 & 6 en tabel 2.2). Na die vyfde dag neem die proteïenkonsentrasies by albei die mielielyne baie vinniger af. Dit word waarskynlik deur 'n hoër hidrolisetempo en onderbreking van die proteïensintesesisteen teweeg gebring. Chen, et al. (1964) verkry soortgelyke resultate met sitrusaailinge wat van mekaar verskil ten opsigte van droogtebestandheid. Die verskil in reaksie op 'n droogteperiode kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die droogtebestande plante 'n groter weerstand het teen konfigurasieveranderinge van die makromolekule. Uitdroging van plantweefsel kan aanleiding gee tot die verbreking van sekondêre en tersiêre bande van die proteïenmolekule en dit veroorsaak dat die proteïene makliker gehidroliseer kan word.

Henckel, Satarova & Tvorus (1967) het bevind dat tamaties wat droogtebestand is, 'n hoër respirasietempo vertoon as tamaties wat nie droogtebestand is nie. Dit bewerkstellig 'n beter vrystelling van metaboliese water wat protoplasmiese polimere hidreer. Andreyeva & Kurkova (1965) toon aan dat droogtebestande mielies instaat is om langer met fotofosforilasie in die mitochondriums van wortelpunte vol te hou as plante wat minder droogtebestand is.

Die resultate met gemerkte -l-aminosure toon 'n byna reglynige afname in die proteïensintesetempo by albei die mielielyne tydens die droogteperiode (fig. 3 en tabel 3). Soortgelyke afnames in proteïensintese word onder andere deur Dhindsa & Bewley (1976); Nir et al. (1970); Maranville & Paulsen (1972)/...

en Dhindsa & Cleland (1975(b)), beskryf. Die afname in die proteïensintese tempo is egter veral tussen dag een en drie van die droogteperiode laer by G556DT as by A281. Volgens Henckel (1970) is sekere plante moontlik meer droogtebestand omdat hulle in staat is om bestaande proteïene instand te hou deur 'n hoër proteïensintese tempo.

Die RNase-aktiwiteit neem by A281 vanaf dag een byna reglynig toe. Die RNase-aktiwiteit by G556DT toon ook 'n toename maar eers vanaf die derde dag van die droogteperiode (fig. 5 en tabel 5). Arad & Richmond (1976) en Maranville en Paulsen (1972) toon 'n soortgelyke verband aan tussen 'n toename in vogspanning en RNase-aktiwiteit.

Volgens die resultate is dit duidelik dat daar 'n baie noue verband tussen RNase-aktiwiteit en proteïensintese tempo bestaan (fig. 7 en tabelle 3 & 5). Hierdie bevinding stem grotendeels ooreen met resultate verkry deur Maranville & Paulsen (1972). Verhoogde RNase-aktiwiteit het veral 'n invloed op die b-RNS wat die ribosome aanmekaar koppel vir proteïensintese (Henckel, 1970).

Hsiao, (1970) het bevind dat by mielies wat aan droogtetoestande blootgestel word, die aantal polisome baie vinnig afneem. Hierdie afname vind na slegs tien minute van vogspanning plaas.

Daar bestaan dus die moontlikheid dat G556DT in staat is om 'n hoër proteïensintese tempo te handhaaf as A281 omdat die RNase-aktiwiteit by G556DT deurgaans laer is as by A281. Dit mag dus wees dat G556DT meer polisome as A281 bevat.

Volgens Nir et al. (1970) resulteer 'n geringe blootstelling aan waterspanning by mielies in 'n aggregasie van chromatien in die selkern.

Die sintese van RNS kan hierdeur beïnvloed word en dit sal weer lei tot die onderbreking van die proteïensintesesistiem.

Die resultate wat met die elektroforetiese skeiding van die wateroplosbare proteïene verkry is (fig. 11 & 12), stem grotendeels ooreen met dié van Dhindsa & Cleland (1975(a)); Stutte & Todd (1967 en 1969) en Todd, Vick & Tsai (1970). Uit die resultate is dit duidelik dat daar 'n verskil in die verandering van die verskillende proteïenfraksies gedurende die verloop van die droogteperiode is. Huffaker et al. (1970) en Maranville & Paulsen (1972) bevind dat sekere proteïene meer sensitief is vir waterspanning. Dit word bewys deur die feit dat sekere ensiemsisteme geaktiveer word en ander gerem word.

Die proteïene met 'n hoog molekulêre massa is skynbaar meer sensitief vir waterspanning. Dit is veral die fraksie met 'n molekulêre massa van 50 000 u tot 100 000 u waar die grootste verskil tussen die twee mielielyne waargeneem kan word (fig. 11 & 12).

Volgens Stutte & Todd (1967) kan die mate waarin die hoog molekulêre proteïenfraksie onder droogtetoestande verander, 'n metode wees om vir droogtebestandheid te selekteer. As dit die geval is, is dit uit die resultate duidelik dat hierdie seleksiemetode in hierdie geval beslis van toepassing sou wees (fig. 11 & 12). Veral op die vyfde en sewende dag van die droogteperiode is daar 'n baie duidelike verskil tussen die twee mielielyne.

Daar is 'n kwalitatiewe verskil in die proteïensamestelling van die twee mielielyne onder hoë vogspanning. Dit wil dus voorkom asof die proteïensintese-sisteem nie net bloot onderbreek word deur verhoogde RNase-aktiwiteit nie. Volgens Kessler & Frank-Tishel (1962) vind daar 'n verandering plaas in die soort RNS wat gesintetiseer word tydens droogtetoestande. Indien dit in hierdie geval van toepassing is, kan dit die verklaring bied vir die verandering in slegs sekere proteïenfraksies.

## 5.2 Chlorofilinhoud.

(fig. 4.1, 4.2 en tabelle 4.1, 4.2 en 4.3).

Die resultate wat verkry is, stem grotendeels ooreen met die resultate van Duysen & Freeman (1974) en Bourque & Naylor (1971).

Uit die resultate is dit duidelik dat die chlorofil a-konsentrasies by albei die mielielyne afneem met die verloop van die droogteperiode (fig. 4.1 en tabel 4.1). Dit is egter duidelik dat die afnametempo by A281 hoër is as by G556DT. Volgens Virgin (1955) is die tempo waarteen chlorofil a gevorm word afhanklik van die sintesetempo van protochlorofil. Virgin (1965) het bevind dat die sintesetempo van protochlorofil beïnvloed word deur waterspanning. Gevolglik veroorsaak waterspanning 'n afname in die chlorofil a-konsentrasie van plante gedurende droogtetoestande.

Die chlorofil b-konsentrasie neem ook by albei die mielielyne af met die verloop van die droogteperiode. Die afname by/....

A281 is vinniger as by G556DT. Veral tussen dag een en drie verander die chlorofil b-inhoud van G556DT baie min (fig. 4.1 en tabel 4.2). Volgens Duysen & Freeman (1974) word chlorofil b waarskynlik uit chlorofil a gevorm. Dit is egter ook moontlik dat chlorofil a en b vanaf verskillende voorgangers gesintetiseer word (Bogorad, 1966). Waterspanning lei dus waarskynlik tot 'n afname in die sintese van chlorofil a en dit beïnvloed die sintese van chlorofil b. Aangesien die afname in chlorofil a- en b-konsentrasies by G556DT nie dieselfde patroon volg nie, (fig. 4.1) is dit egter ook moontlik dat daar twee verskillende voorgangers kan wees, en dat hierdie twee stowwe se omvorming na chlorofil a en b nie eweveel deur waterspanning beïnvloed word nie.

Die afname van die totale chlorofilinhoud is by albei die miellielyne byna reglynig namate die waterspanning toeneem. Die afname tempo by A281 is egter hoër as by G556DT (fig. 4.2 en tabel 4.3). Die afname in die sintese van chlorofil a en b is waarskynlik die belangrikste rede hiervoor. Volgens Kirk & Allen (1965) is die sintese van chlorofil egter ook grootliks afhanklik van proteïensintese. Aangesien die proteïensintese-tempo en die afname in chlorofilinhoud dieselfde patroon volg (fig. 8 en tabelle 3, 4.1, 4.2 en 4.3), is dit hoogs waarskynlik dat die afname in proteïensintese grotendeels bydra tot die afname in die chlorofilinhoud van albei die miellielyne. Noggle & Fritz (1976) reken dat die vorming van 'n protochlorofil-proteïenkompleks noodsaaklik is vir die vorming van chlorofil. Volgens Thomber, Steward, Hatton & Bailey (1967) is daar twee tipes proteïen gekoppel aan die chlorofille. Die molekulêre massa van dié twee proteïene is/...

waarskynlik tussen 20 000 u en 35 000 u. Uit die resultate (fig. 10 & 11 en tabel 6) is dit duidelik dat daar wel 'n afname in die proteïene is waarvan die molekulêre massa tussen hierdie grense lê. Die afname in die konsentrasies van hierdie proteïenfraksies is meer opvallend by A281 as by G556DT.

Dit wil dus voorkom asof die chlorofilinhoud van plante onder droogtetoestande 'n goeie aanduiding van die proteïeninhoud van dié plante kan wees en derhalwe dan ook van droogtebestandheid. Chlorofilinhoud kan dus moontlik 'n handige metode wees om te selekteer vir droogtebestandheid, aangesien chlorofil makliker bepaalbaar is as proteïene.

### 5.3 Vrye proteïenaminosure.

#### 5.3.1. Totale vrye proteïenaminosuurinhoud.

(fig. 12 en tabel 7).

Die resultate stem ooreen met bevindinge van Lahiri & Singh (1968) en Barnett & Naylor (1966).

Die aanvanklike skerp toename in die aminosuurkonsentrasies by die twee mielielyne is waarskynlik die gevolg van 'n verhoogde sintese van sulke aminosure. (Barnett & Naylor, 1966; Thompson, et al., 1966). Volgens Lahiri & Singh (1968) kan die gedeeltelike onderbreking van die proteïensintesesisteen, ook 'n bydrae lewer tot die ophoping van die proteïenaminosure.

Die verhoging van die aminosuurkonsentrasies het moontlik 'n beskermende uitwerking deurdat die aktiewe groepe van die aminosuurmolekule die hoeveelheid gebonde water kan verhoog (Palfi et al., 1974).

Volgens Blackman (1953) kan aminosure en proteïene dien as respirasiesubstraat vir verouderende lourierkersieblare. Die afname in die aminosuurkonsentrasies is waarskynlik die gevolg van die benutting van aminosure as respirasiesubstraat. Die feit dat die chlorofilkonsentrasies by hierdie stadium van die droogteperiode alreeds met ongeveer 40% afgeneem het, sal waarskynlik aanleiding gee tot 'n tekort aan beskikbare koolhidrate vir respirasie (fig 4.2 en tabel 4.3). Daar bestaan egter ook die moontlikheid dat die sintese van sekere aminosure op hierdie stadium gerem word, waarskynlik omdat die toenemende waterspanning die werking van sekere ensiemsisteme beïnvloed (Huffaker et al., 1970; Maranville & Paulsen, 1972 en Todd & Yoo, 1964).

Kemble & McPherson (1954) en Lahiri & Singh (1968) skryf die ophoping van aminosure by 'n hoë mate van uitdroging aan die hidrolise van proteïene toe. Volgens Palfi & Juhasz (1969) is die verskyning van pipekoliensuur in die vrye aminosuurpoel tydens droogtetoestande 'n aanduiding van so 'n proteoliseproses. Barnett & Naylor (1966) en Routley (1966) meen dat dié ophoping die belangrike funksie vervul van stikstofberging.

G556DT begin eers na die derde dag van die droogteperiode 'n verandering in aminosuurmetabolisme toon. Dit is 'n aanduiding dat G556DT instaat is om langer met normale stikstofmetabolisme vol te hou as A281 wat reeds vanaf die eerste dag aminosure ophoop (fig. 12 en tabel 7).

### 5.3.2. Verskillende protefenaminozuurinhoud.

#### 5.3.2.1. Aspartienuur- en $\alpha$ -alanieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Die resultate stem ooreen met dié van Thompson et al. (1966), Chen, et al. (1964) en Kemble & McPherson (1954).

Die toename in die konsentrasies van bogenoemde aminosure kan moontlik aan 'n verhoogde sintese vanaf pirodruiwesuur en oksaalasynsuur toegeskryf word. Die droogtetoestand sal waarskynlik tot die sluiting van die huidmondjies lei. Volgens Thompson, et al. (1966) kan anaërobe toestande veroorsaak dat die  $\alpha$ -alanieninhoud van plante toeneem. Anaërobe toestande veroorsaak 'n afname in aspartienuurinhoud. Die toename in alanieninhoud en ooreenstemmende afname in die aspartienuurinhoud tussen dag een en drie by A281 dui op sulke anaërobe toestande. By G556DT verander dié twee aminosuurlinies eers vanaf die derde dag van die droogteperiode.

Omdat die koolhidraatreserwes moontlik alreeds begin uitgeput raak, kan die afname in  $\alpha$ -alanien- en aspartienuurinhoud ook die gevolg wees van die benutting van hierdie aminosure as respirasiesubstraat.

#### 5.3.2.2. Glutamienuur- en prolieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Die resultate stem ooreen met dié van Barnett & Naylor (1966); Bogges, et al. (1976) en Steward, et al. (1977).

Die glutamienuurkonsentrasies neem deurgaans af. Dit moet waarskynlik aan twee moontlike oorsake toegeskryf word, nl.:

1. Die transaminasie van glutamiensuur om sodoende  $\alpha$ -ketoglu-  
taarsuur te vorm wat as respirasiesubstraat dien (Goodwin  
& Mercer, 1974). Naas koolhidrate is glutamiensuur die  
mees geskikte respirasiesubstraat (Weinstein, 1957).
2. Glutamiensuur is ook die voorganger van ander aminosure  
soos  $\gamma$ -aminobottersuur en prolien (Goodwin & Mercer,  
1974).

Die ophoping van prolien word waarskynlik teweeg gebring deur die onderbreking van die ensiemsisteem wat verantwoordelik is vir die omvorming van prolien na glutamiensuur. Gedurende normale toestande word die oksidasie van prolien versnel as die prolienkonsentrasie styg, en dit veroorsaak dat die prolien=  
inhoud laag bly (Steward, et al., 1977).

Die onderbreking van die ensiemsisteem vir die oksidasie van prolien na glutamiensuur het skynbaar 'n belangrike funksie. Omdat prolien die beste wateroplosbare aminosuur is, kan dit tydens vogspanning nog in hoë konsentrasies in oplossing bly, en gevolglik nog in 'n metabolies aktiewe toestand verkeer (Palfi, et al., 1974).

Tydens 'n baie gevorderde stadium van die droogteperiode dra die hidrolise van proteïene moontlik by tot die hoë prolienkonsentrasie (Barnett & Naylor, 1966).

Omdat toegediende prolien, plante se weerstand teen droogte verhoog, is prolienophoping waarskynlik 'n definitiewe droogte=  
bestandheidsfaktor (Hubac & Guerrier, 1972).

Uit fig. 13 en tabel 8 is dit duidelik dat G556DT meer prolien akkumuleer as A281. Indien die prolieninhoud wel 'n aanduiding is van die mate van droogtebestandheid soos deur Palfi & Juhasz (1971) beweer word, kan verwag word dat G556DT meer droogtebestand sal wees as A281.

#### 5.3.2.3. Leusien-, isoleusien- en treonieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Die resultate stem gedeeltelik ooreen met dié van Barnett & Naylor, (1966).

Die aanvanklike toename in die inhoud van hierdie drie aminosure is ook waarskynlik aan die verhoogde sintese en onderbreking van die proteïensintesesisteen toe te skryf. By 'n hoë mate van vogverlies dra die hidrolise van proteïene waarskynlik by tot die hoë aminosuurinhoude (Barnett & Naylor, 1966).

#### 5.3.2.4. Glisien- en serieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Soortgelyke resultate is verkry deur Barnett & Naylor (1966).

Uit fig. 13 is dit duidelik dat A281 reeds op die eerste dag van die droogteperiode 'n baie hoë serieninhoud het in vergelyking met G556DT. Die serieninhoud van G556DT neem geleidelik toe en bereik eers dieselfde hoogte na die vyfde dag van die droogteperiode. Volgens Martin & Thimann (1972) kan 'n hoë serieninhoud die sintese van proteolitiese ensieme stimuleer. By A281 word die sintese van proteolitiese ensieme dus blykbaar reeds vroeg in die verloop van die droogteperiode/.....

gestimuleer. Dit kan moontlik een van die faktore wees wat by die vinniger afname in die totale proteïeninhoud by A281 betrokke is.

Wat glisien betref, is daar relatief min verandering gedurende die verloop van die droogteperiode waargeneem. Slegs by 'n baie hoë mate van vogverlies neem die glisieninhoud af.

#### 5.3.2.5. Valieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Gedurende die droogteperiode neem die valieninhoud by albei die mielielyne toe. Dit stem ooreen met die bevindinge van Kemble & McPherson (1954); Thompson, et al. (1966) en Savitskaya (1965). Volgens eersgenoemde neem die valieninhoud toe omdat alanien en glutamiensuur deur transaminasie hulle aminogroepe aan die voorloper van valien oordra.

Die valieninhoud by G556DT verander egter eers na die derde dag van die droogteperiode.

#### 5.3.2.6. Fenielalanien- en histidieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Die verandering in die fenielalanien- en histidieninhoud toon dieselfde patroon tydens die verloop van die droogteperiode.

By G556DT vind daar 'n ophoping van die twee aminosure plaas tot en met die vyfde dag van die droogteperiode. Hierdie ophoping is waarskynlik net soos by die meeste van die ander/....

aminosure aan die onderbreking van die proteïensintesesisteen en verhoogde sintese van die aminosure toe te skryf. Die afname in dié aminosuurinhoud is hoofsaaklik aan 'n afname in die sintese daarvan en aan 'n benutting van hierdie aminosure as respirasiesubstraat toe te skryf.

By A281 neem die inhoud na die vyfde dag toe. Dit kan moontlik aan die hidrolise van proteïene toegeskryf word.

#### 5.3.2.7. Arginieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Die resultate stem ooreen met dié van Saunier, et al. (1968) en Barnett & Naylor (1966).

Die toename in die arginieninhoud is waarskynlik die gevolg van die hidrolise van arginienryke proteïene. Volgens Rena & Splittoesser (1974) is dit veral reserwe-proteïene wat ryk is aan arginien.

Die afname in die arginieninhoud by 'n gevorderde stadium van die droogteperiode kan 'n aanduiding wees dat die reserwepro-teïene by A281 reeds uitgeput begin raak. Op hierdie stadium styg die arginieninhoud by G556DT nog steeds.

#### 5.3.2.8. Tirosieninhoud.

(fig. 13 en tabel 8).

Volgens Prusakova (1960) is normale blaargroei van voldoende triptofaan en tirosien afhanklik. Die afname in die tirosieninhoud by albei die mielielyne kan dus 'n aanduiding wees dat/...

normale blaargroei vanaf die vyfde dag van die droogteperiode gerem word.

Aspekte wat moontlik aanknopingspunte kan bied vir seleksie van droogtebestande plante is die volgende:

1. Die bepaling van totale proteïene.

Die plant met die hoogste proteïeninhoud is blykbaar meer droogtebestand omdat sulke plante 'n hoër matryspotensiaal besit en gevolglik meer gebonde water bevat. Verandering in die proteïenfraksies, veral die hoog molekulêre massa proteïene, gedurende die droogteperiode is 'n goeie aanduiding van die mate van vogspanning by dié plante. By meer droogtebestande plante behoort hierdie verandering laer te wees.

2. Die bepaling van chlorofilinehoud.

'n Metode waaraan daar in die verlede min aandag geskenk is en wat in hierdie ondersoek duidelike verskille aantoon, is die bepaling van chlorofilinehoud. Op grond van die verandering in veral chlorofil a- en totale chlorofilinehoud kan G556DT van A281 onderskei word as die meer droogtebestande lyn van die twee. Die bepaling van chlorofil het dié belangrike voordeel dat die ekstrahering en bepaling daarvan relatief eenvoudig is.

3. RNase-aktiwiteit en vrye aminosure.

'n Moontlike ander metode sou wees om die tydsduur te bepaal voordat die plant 'n versteuring in aspekte soos/.....

RNase-aktiwiteit en vrye proteïenaminosuurinhoud begin vertoon, gedurende droogtetoestande. Daar is bevind dat G556DT ten opsigte van dié aspekte eers 'n verandering begin toon teen die derde dag van die droogteperiode. Hierteenoor vertoon A281 reeds vanaf die eerste dag van die droogteperiode 'n verandering.

Dit was ook in hierdie ondersoek duidelik dat die prolientoets 'n redelike aanduiding van droogtebestandheid kan wees.

G556DT begin eers prolien ophoop vanaf die derde dag van die droogteperiode, maar hoop groter hoeveelhede prolien op as wat by A281 die geval is.

6. OPSOMMING.

Die invloed van droogtetoestande op die volgende aspekte van die waterverhoudinge en stikstofmetabolisme is by twee mielielyne, nl. A281 en G556DT, ondersoek: Relatiewe persentasie watertekort, totale wateroplosbare proteïeninhoud, proteïensintese tempo, chlorofilinhoud, die verskillende wateroplosbare proteïenfraksies en kwantitatiewe en kwalitatiewe verskille in die vrye proteïenaminosuurinhoud.

Die relatiewe persentasie watertekort bly gedurende die verloop van die droogteperiode laer by G556DT as by A281.

Totale wateroplosbare proteïeninhoud is hoër by G556DT as by A281. Eersgenoemde handhaaf ook 'n hoër proteïensintese tempo gedurende die droogteperiode.

Die chlorofilinhoud neem by albei die mielielyne skerp af tydens vogspanning. Daar is 'n skynbaar noue verband tussen proteïensintese tempo en die afname in die chlorofilinhoud. Die chlorofilinhoud van A281 neem vinniger af as dié van G556DT.

RNase-aktiwiteit neem by A281 toe vanaf die begin van die droogteperiode. By G556DT begin die toename in aktiwiteit eers na die derde dag en die toename-tempo is laer. RNase beïnvloed waarskynlik die proteïensintese tempo deur die vernietiging van die b-RNS wat die ribosome aan mekaar koppel.

Die grootste verandering wat by die proteïenfraksies plaasvind, kom voor by die proteïene met 'n molekulêre massa van tussen 50 000 u en 100 000 u. Wat hierdie aspek betref, is die verandering by G556DT baie minder opvallend as by A281.

Onder droogtetoeestande neem die vrye proteïenaminosuurinhoud by albei die teellyne aanvanklik toe, daal daarna en neem by 'n baie hoë relatiewe persentasie watertekort weer effens toe. Die aanvanklike ophoping van vrye aminosure is waarskynlik toe te skryf aan 'n verhoogde aminosuursintese en 'n gedeeltematige onderbreking van die proteïensintesesisteem. Die daaropvolgende afname in aminosuurinhoud word waarskynlik teweeggebring deur 'n afname in die aminosuursintese en 'n hoër mate van benutting van sekere aminosure as respirasiesubstraat. Onder baie hoë vogspanning dra die proteolise van proteïene waarskynlik by tot die geringe styging in die aminosuurinhoud.

Moontlike kriteriums vir die seleksie van droogtebestande plante is die volgende: Die invloed van droogtetoeestande op die totale proteïeninhoud, op die verandering in die proteïenfraksies, veral die hoog molekulêre massa proteïene, op die chlorofilinhoud, op die prolieninhoud en op die tydsduur vanaf die begin van die droogteperiode totdat die plant 'n versteuring in aspekte soos RNase-aktiwiteit en vrye proteïenaminosure begin vertoon.

## 7. SUMMARY.

Two maize lines, A281 and G556DT, were investigated to ascertain the effect of drought conditions on the following aspects of the water relations and nitrogen metabolism: relative percentage water deficit, total water soluble protein content rate of protein synthesis, chlorophyll content, total amount of water soluble protein fractions and qualitative and quantitative changes in the free protein amino acid content.

During the drought period the relative percentage water deficit of A281 proves to be higher than that of G556DT. Total water soluble protein content is higher in G556DT than in A281. G556DT also exhibits a higher rate of protein synthesis under these conditions.

A sharp decline in the chlorophyll content of both maize lines occurs under increasing water stress. The chlorophyll content of A281, however, decreases much faster than that of G556DT. The rate of protein synthesis and the chlorophyll content are apparently well correlated with each other during drought conditions.

The RNase-activity of A281 increases from the first day of the drought period onwards. In the case of G556DT, the increase only begins after the third day of the drought period, and the rate of increase is lower than that of A281. The RNase evidently affects the rate of protein synthesis by destroying the mRNA linking the ribosomes.

The most marked change in the protein fractions occurs in the molecular mass range of 50 000  $\mu$  to 10 000  $\mu$ . These changes in/...

the protein fractions are less obvious in the case of G556DT than in that of A281.

The free amino acid content of both maize lines initially increases under drought conditions, thereafter it decreases and this is followed by a slight increase at a very high relative percentage water deficit. The first accumulation is probably due to a higher synthesis rate of these amino acids and a partial interruption of the protein synthesis system. The decrease that follows is probably due to a decrease in amino acid synthesis and a higher utilization of certain amino acids as respiratory substrate. The ultimate slight increase in amino acid content under very high water stress is probably caused by the hydrolysis of proteins.

Selection of drought resistant plants may be possible by determining the influence of drought conditions on: total water soluble protein content, changes in the protein fractions (especially the high molecular mass fraction), chlorophyll content, and proline content. Additionally, the elapsed time from the beginning of the drought period until the first changes in RNase-activity and free amino acid content are observed, may be significant.

8. DANKBETUIGING.

Die skrywer wil hiermee 'n woord van opregte dank rig aan alle persone en instansies wat 'n bydrae tot die voltooiing van hierdie verhandeling gelewer het. 'n Woord van spesiale dank aan die volgende persone:

Prof. dr. P.J. Botha, vir sy waardevolle hulp en leiding met die onderneming en voltooiing van hierdie werkstuk.

Mnr. A.J. van der Westhuizen vir die hulp wat hy verleen het.

Die personeel van die Departement Plantkunde aan die P.U. vir C.H.O. en in besonder aan Dr. J. Coetzee en Mnr. J.S.M. Henning.

My ouers vir hulle voortdurende belangstelling en aanmoediging.

My vrou, Bettie, wat my altyddeur tot verdere studie aangemoedig, ondersteun en bygestaan het. Sonder al haar offerings sou die voltooiing van hierdie verhandeling nie moontlik gewees het nie.

Ten laaste in diepe erkentlikheid bring ek aan die Skepper my dank vir die goeie gesondheid, krag en helderheid van verstand wat ek altyd ontvang het.

9. LITERATUURVERWYSINGS.

- Altergot, V.F. 1937. Self-intoxication of the plant cells exposed to high temperature as a result of the irreversibility of biochemical processes. U.S.S.R. Acad. Science 1(2), 5 - 79.
- Altergot, V.F. 1964. Biochemical mechanisms of plant death, resistance and adaption during exposure to high temperatures in nature. In: Kletka I. Temperatura Sredy. Leningrad 185 - 190.
- Andreyeva, I.N. & Kurkova, E.B. 1965. Oxidative phosphorylation in mitochondria of maize roots. Fiziol. Rast. 12(4), 584 - 590.
- Arad, S., Mizrahi, Y. & Richmond, A. 1973. Leaf water content and hormone effects on ribonuclease activity. Plant Physiol. 52(5), 510 - 512.
- Arad, S. & Richmond, A.E. 1976. Leaf cell water and enzyme activity. Plant Physiol. 57(4), 656 - 658.
- Arnon. D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24, 1 - 15.
- Bardzik, J.M., Marsh, Jr.H.V. & Havis, J.R. 1971. Effects of water stress on the activities of three enzymes in maize seedlings. Plant. Physiol. 47, 828 - 831.

Barnett, N.M. & Naylor, A.W. 1966.

Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress.

Plant Physiol. 41, 1222 - 1230.

Barrieux, A., Ingraham, H.A., David, D.N. & Rosenfeld, S.M.G. 1975.

Isolation of messenger-like ribonucleo= proteins. Biochemistry 14, 185 - 190.

Bell, D.T., Koeppe, D.E. & Miller, R.J. 1971.

The effects of drought stress on res= piration of isolated corn mitochondria.

Plant Physiol. 48, 43 - 415.

Ben-Zioni, A., Itai, C. & Vaadia, Y. 1967.

Water and salt stresses, kinetin and protein synthesis in tobacco leaves.

Plant Physiol. 42, 361 - 365.

Blackman, F.F. 1953.

Respiratory drifts 40 - 81: In James, W.O. (Ed.). Plant respiration Oxford: Claredon Press.

Bogges, S.F., Steward, C.R., Aspinall, D. & Paleg, L.G. 1976.

Effect of water stress on proline syn= thesis from radioactive precursors.

Plant Physiol. 58, 398 - 401.

Bogorad, L. 1966.

The biosynthesis of chlorophylls  
In. Leo, P. Vernon & Seeley, G.R. (Eds.).  
The chlorophylls. 481 - 510. Academic Press, New York.

Bourque, D.B. & Naylor, A.W. 1971.

Large effects of small water deficits on chlorophyll accumulation and ribonucleic acid synthesis in etiolated leaves of jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.)DC). Plant Physiol. 47, 591 - 594.

Boyer, J.S. 1970.

Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol. 46, 233 - 235.

Burrows, W.J. & Carr, D.J. 1969.

Effects of flooding the root system of sunflowers on the cytokinin content in the xylem sap. Physiol. Plant. 22, 1105 - 1112.

Chen, D., Kessler, B. & Monselise, S.P. 1964.

Studies on water regime and nitrogen metabolism of citrus seedlings grown under water stress. Plant Physiol. 39, 379 - 386.

Dhindsa, R.S. & Bewley, J.D. 1976.

Water stress and protein synthesis. IV. Responses of a drought tolerant plant. J. Exp. Bot. 27(98), 513 - 523.

Dhindsa, R.S. & Cleland, R.E. 1975(a).

Water stress and protein synthesis. II. Interaction between water stress, hydrostatic pressure, and ABA on the pattern of protein synthesis in Avena coleoptiles. Plant Physiol. 55(4), 782 - 785.

Dhindsa, R.S. & Cleland, R.E. 1975(b).

Water stress and protein synthesis. I. Differential inhibition of protein synthesis. Plant Physiol. 55(4), 778 - 781.

Duysen, M.E. & Freeman, T.P. 1974.

Effects of moderate water deficit (stress) on wheat seedlings growth and plastid pigment development. Physiol. Plant. 31(4), 262 - 266.

Gates, C.T. & Bonner, J. 1959.

The response of tomato plants due to a brief period of water shortage. IV. Effects of water stress on the ribonucleic acid metabolism of tomato leaves. Plant Physiol. 34, 49 - 55.

Gates, C.T. 1964.

The effect of water stress on plant growth. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 30(3).

Goodwin, T.W. & Mercer, E.I. (Eds.). 1974.

Introduction to plant biochemistry.

Pergamon Press, Oxford.

Henckel, P.A. 1970. Role of protein synthesis in drought resistance. Can. J. Bot. 48, 1235 - 1242.

Henckel, P.A., Satarova, N.A. & Tvorus, E.K. 1967.

Effects of drought on protein synthesis and the state of ribosomes in plants.

FIZIOL. Rast. 14(5), 898 - 907.

Hoad, G.V. 1973. Effect of moisture stress on ABA levels in Ricinus communis L. with particular reference to phloem exudate Planta. 113(4), 367 - 372.

Hoad, G.V. 1975. Effect of osmotic stress on ABA levels in xylem sap of Helianthus annuus L. Planta. 124, 25 - 29.

Hsiao, T.C. 1970. Rapid changes in levels of polyribosomes in Zea mays L. in response to water stress Plant Physiol. 46, 281 - 285.

Hubac, C. & Guerrier, D. 1972.

Amino acid composition of two Carex species: Carex stenophylla (Wahl. f. pachystylis (J.Gay) Asch et Graebn.,) very resistant to dryness, and Carex setifolia Godron non Kunze, not very resistant. Effect of exogenous proline addition (in Fr.) Oecol. Plant. 7(2), 147 - 165.

- Huffaker, R.C., Radin, T., Kleinkopf, G.E. & Cox, E.L. 1970.  
Effects of mild water stress on enzymes  
of nitrate assimilation and of the car-  
boxylative phase of photosynthesis in  
Barley. Crop Science. 10, 471 - 474.
- Johns, E.W. & Butler, J.A.V. 1962.  
Studies on histones. IV. The histones  
of wheat germ. Biochem. J. 84, 436 - 439.
- Kessler, B. & Frank-Tishel, J. 1962.  
Dehydration induced synthesis of nucleic  
acids and changes of RNA composition -  
a possible protective reaction of drought  
resistance. Nature (Lond.) 196, 542 - 543.
- Kemble, A.R. & McPherson, H.T. 1954.  
Liberation of amino acids in perennial  
rye grass during wilting. Biochem. J.  
58, 46 - 50.
- Kirk, J.T.O. & Allen R.L. 1965.  
Dependence of chloroplast pigment syn-  
thesis: Effect of actidione. Biochem.  
Biophys. Res. Comm. 21, 523 - 530.
- Klein, S. & Pollack, B.M. 1968.  
Cell fine structure of developing lima  
bean seeds related to seed dessication.  
Amer. J. Bot. 55, 658 - 672.
- Klotz, R.M. 1958. Hydration and protein structure.  
Science 128, 812 - 815.

Koepe, D.E., Raymond, J.M. & Bell, D.T. 1973.

Drought-affected mitochondrial processes as related to tissue and whole plant responses in Zea mays L. Agron J. 65(4), 556 - 569.

Krogmann, D.W. 1973.

The Biochemistry of green plants.

Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Kydrév, T.G. & Tyankova, L.A. 1966.

Influence of IAA and 2,4-D on the content of free and bound amino acids in wheat during brief exposure to drought. Fiziol. Rast. 13(6), 988 - 995.

Laemmli, J.K. 1970.

Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage T4. Nature 227, 680 - 685.

Lahiri, A.N. & Singh, S. 1968.

Studies on plant-water relationships. IV. Impact of water deprivation on the nitrogen metabolism of Pennisetum typhoides Proc. Nat. Inst. Sci. India 34(6), 313 - 322).

Larque-Saavedra, A. & Wain, R.L. 1974.

Abscisic acid levels in relation to drought tolerance in varieties of Zea mays L. Nature. 251(5477), 716 - 717.

Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. & Randall, R.J. 1951.

Protein measurement with the Folin phenol reagent. J.Biol. Chem. 193, 265 - 275.

Maranville, J.W. & Paulsen, G.M. 1972.

Alternation of protein composition of corn (Zea mays L.) seedlings during moisture stress. Crop Science 12(5), 660 - 663.

Martin, C. & Thimann, K.V. 1972.

The role of protein synthesis in the senescence of leaves. II. The influence of amino acids on senescence. Plant Physiol. 50, 432 - 437.

Mattas R.E. & Pauli, A.W. 1965.

Trends in nitrate reduction and nitrogen fractions in young corn (Zea mays L.) plants during heat and moisture stress. Crop Science 5, 181 - 184.

Moise, H. & Hosoda, J. 1976.

T4 gene 32 protein model for control of activity at replication fork. Nature 259, 455 - 458.

Morris, C.J., Thomson, J.F. & Johnson, C.M. 1969.

Metabolism of glutamic and N-acetylglutamic acid in leaf discs and cell-free extracts of higher plants. Plant Physiol. 44, 1023 - 1026.

- Mothes, K. 1928. Wirkung des Wassermangels auf den Eiweissumsatz in Höheren Pflanzen. Ber. Deut. Bot. Ges. 46, 59 - 67.
- Mothes, K. 1955. Ammonia Entgiftung und Aminogruppenvorrat. Biochemia der kulturpflanzen no. 1 Gatersleben. 103.
- Nguyen, S.T. & Paquin, R. 1971. Methodes d' extraction et de purification des acides amines libres et des proteines de tissus végétaux. J. Chrom. 61, 349 - 351.
- Nir, I., Poljakoff-Mayber, A. & Klein, S. 1970. The effect of water stress on the poly-  
some population and the ability to incorporate amino acids in maize root tips. Isr. J. Bot. 19(2/3), 451 - 462.
- Noggle, G.R. & Fritz, G.J. 1976. Introductory plant physiology. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Orstein, L. & Davis, B.J. 1962. "Disc electrophoreses" Distillation Products Ind., Rochester N.Y.
- Palfi, G., Bito, M. & Palfi, Z. 1973. Free proline and water deficit in plant tissues. Fiziol. Rast. 20(2), 233- 238.
- Palfi, G. & Juhasz, J. 1969. Relation among water deficiency saline or cold root medium and proline, pipercolic acid and total amino acid contents of plants. Z. Pflanzenernährung Bodenk. 124(1), 36 - 42.

Palfi, G. & Juhasz, J. 1971.

The theoretical basis and practical application of a new method of selection for determining water deficiency in plants. Plant Soil. 34, 503 - 507.

Palfi, G., Köves, E., Bito, M. & Sebestyén, R. 1974.

The role of amino acids during water-stress in species accumulating proline. Phyton. B. Aires 32(2), 121 - 127.

Prusacova, L.D. 1960. Influence of water relations on tryptophan synthesis and leaf growth. Fiziol. Rast. 7, 170 - 172.

Railton, I.D. & Reid, D.M. 1973.

Effects of benzyladenine on the growth of water logged tomato plants. Planta 111, 261 - 266.

Ramagopal, S. & Hsiao, T.C. 1975.

Polyribosomes and protein synthesis as affected by water deficiency in maize shoots. Submitted to: Plant. Physiol.

Rena, A.B. & Splittstoesser, W.E. 1974.

The metabolism of proline in cotyledons of pumpkin (Cucurbita moschata). Plant and Cell Physiol. 15, 681 - 686.

Routley, D.G. 1966. Proline accumulation in wilted Ladino clover leaves. Crop Science 6, 358 - 361.

Saunier, R.E., Hull, H.M. & Ehrenreich, J.H. 1968.

Aspects of the drought tolerance in  
creosote bush. (Larrea divaricata)  
Plant Physiol. 16, 565 - 583.

Savitskaya, N.N. 1965.

Free amino acids in barley plants under  
conditions of soil water deficiency.  
Fiziol. Rast. 12(2), 349 - 350.

Savitskaya, N.N. 1972.

Effect of tissue hydration on nitrogen  
metabolism in barley leaves. Fiziol.  
Rast. 19(4), 776 - 780.

Singh, T.N., Aspinall, D. & Paleg, L.G. 1972.

Proline accumulation and varietal  
adaptability to drought in barley: a  
potential metabolic measure of drought  
resistance. Nature New Biol. 236(67),  
188 - 189.

Shah, C.B. & Loomis, R.W. 1965.

Ribonucleic acid and protein metabolism  
in sugar beet during drought. Physiol.  
Plant. 18, 240 - 254.

Slukhai, S.I. & Shvedova, O.E. 1973.

State of cytoplasmic proteins of corn  
leaves in dependence of soil moisture.  
Fiziol. Biokhim Kul't Rast. 6(5),  
598 - 601.

- Steward, C.R., Bogges, S.F., Aspinall, D. & Paleg, L.G. 1977.  
Inhibition of proline oxidation by water stress. Plant Physiol. 59, 930 - 932.
- Steward, C.R. & Lee, J.A. 1974.  
The role of proline accumulation in halophytes. Planta 120, 279 - 289.
- Steward, C.R., Morris, C.J. & Thompson, J.F. 1966.  
Changes in amino acid content of excised leaves during incubation. II. Role of sugar in the accumulation of proline in wilted leaves. Plant Physiol. 41, 1585 - 1590.
- Stocker, O. 1929.  
Das Wasserdefizit von Gefasspflanzen in verschiedenen Klimazonen. Planta 7, 382 - 387.
- Stocker, O. 1961.  
Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency.  
IN: Plant water relationships in arid and semi-arid zones. Unesco, Paris.  
63 - 104.
- Studier, F.W. 1973.  
Analysis of bacteriophage T7 early RNA's and proteins on slab gels. J. Mol. Biol. 79, 237 - 248.

Stutte, C.A. & Todd, G.W. 1967.

Effects of water stress on soluble leaf proteins in Triticum aestivum L.  
Phyt. Int. Jour. Exp. Bot. 24(9),  
67 - 75.

Stutte, C.A. & Todd, G.W. 1969.

Some enzyme and protein changes associated with water stress in wheat leaves.  
Crop Science 9(4), 510 - 512.

Thomber, J.P., Steward, J.C., Hatton, M.W.C. & Bailey, J.L. 1967.

Studies on the nature on chloroplast lamellae: chemical composition and further physical properties of two chlorophyll-protein complexes. Biochemistry 6, 2006 - 2014.

Thompson, J.F., Steward, C.R. & Morris, C.J. 1966.

Changes in amino acid content of excised leaves during incubation. I. The effect of water content of leaves and atmospheric oxygen level. Plant Physiol. 41,  
1578 - 1584.

Todd, G.W., Ingram, F.W. & Stutte, C.A. 1962.

Relative turgidity as an indicator of drought stress in cereal plants. Proc. Oklahoma Acad. Science 42, 55 - 62.

Todd, G.W., Vick, P. & Tsai, S. 1970.

Some further observations on protein fractions isolated from wheat leaves subjected to moisture stress. Proc. Oklahoma Acad. Science 50, 106 - 109.

- Todd, G.W. & Yoo, B.Y. 1964. .  
Enzymatic changes in detached wheat leaves as affected by water stress. Phyton 21, 61 - 68.
- Tuve, T.W. & Anfinsen, C.B. 1960.  
Preparation and properties of spinach ribonuclease. J. Biol. Chem. 235, 3437 - 3441.
- Van Loon, L.C. & Van Kammen, A. 1968.  
Polyacrylamide disc electrophoresis of the soluble leaf protein from Nicotiana tobacum var 'samsun' and samsun NN"-1. Phytochemistry 7, 1727 - 1735.
- Virgin, H.I. 1955. Protochlorophyll formation and greening in etiolated barley leaves. Physiol. Plant. 8, 630 - 643.
- Virgin, H.I. 1965. Chlorophyll formation and water deficit. Physiol. Plant. 18, 994 - 1000.
- Waldren, R.P. & Teare, I.D. 1974.  
Free proline accumulation in drought-stressed plants under laboratory conditions. Plant Soil. 40(3), 689 - 692.
- Waldren, R.P. Teare, I.D. & Ehler, S.W. 1974.  
Changes in free proline concentrations in sorghum and soybean plants under field conditions. Crop Science 14, 447 - 450.

Wample, R.L. & Bewley, J.D. 1975.

Proline accumulation in 'flooded and wilted sunflower and the effects of benzyladenine and ABA. Can. J. Bot. 53(23), 2893 - 2896.

Weber, K. & Osborn, M. 1969.

The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis.

J. Biol. Chem. 244(16), 4406 - 4412.

Weinstein, L.H. 1957. Senescence of roses. I. Chemical changes associated with senescence of cut better times roses. Contr. Boyce Thomson, Inst. Pl. Res. 19, 33 - 48.

Wright, S.T.C. 1969. An increase in the "Inhibitor  $\beta$ " content of detached wheat leaves following a period of wilting. Planta 86, 10 - 20.

Wright, S.T.C. & Hiron, R.W.D. 1969.

(+)-Abscisic acid, the growth inhibitor induced to detached wheat leaves by a period of wilting. Nature (Lond.) 224, 719 - 720.

86.

10. BYLAAG.

Tabel 1. Verandering in die relatiewe persentasie watertekort gedurende die verloop van die droogteperiode by die twee mielielyne A281 en G556DT.

| REPLIKATE                | AANTAL DAE |      |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                          | 1          |      | 3      |        | 5      |        | 7      |        |
|                          | G556DT     | A281 | G556DT | A281   | G556DT | A281   | G556DT | A281   |
| 1ste HERHALING           | 0,47       | 7,6  | 14,6   | 23,53  | 42,9   | 49,35  | 58,25  | 71,0   |
|                          | 0,24       | 7,8  | 16,89  | 23,2   | 34,29  | 49,93  | 56,8   | 71,9   |
|                          | 2,0        | 9,33 | 16,96  | 26,8   | 36,8   | 54,8   | 56,6   | 68,8   |
| 2de HERHALING            | 1,8        | 9,17 | 14,8   | 26,0   | 36,4   | 55,6   | 58,6   | 68,0   |
|                          | 1,2        | 8,4  | 15,6   | 25,7   | 36,0   | 55,8   | 52,9   | 70,6   |
|                          | 1,0        | 6,2  | 15,4   | 25,8   | 40,0   | 55,2   | 50,6   | 70,2   |
| 3de HERHALING            | 0,8        | 6,8  | 15,2   | 23,8   | 37,1   | 53,6   | 51,1   | 72,0   |
|                          | 0,4        | 7,2  | 14,8   | 23,97  | 40,8   | 53,0   | 57,85  | 70,15  |
|                          | 0,46       | 7,8  | 14,7   | 25,34  | 38,2   | 56,0   | 56,0   | 69,0   |
| TOTAAL                   | 8,37       | 70,3 | 138,95 | 224,14 | 342,49 | 483,28 | 497,7  | 631,65 |
| GEMIDDELD                | 0,93       | 7,81 | 15,44  | 24,9   | 38,05  | 53,7   | 55,3   | 70,2   |
| * GEMIDDELD VAN KONTROLE | 2,2        | 10,8 | 6,4    | 7,2    | 3,6    | 5,6    | 2,2    | 4,9    |

\* GEMIDDELD VAN NEGE REPLIKATE. K.B.V. (0,05 = 7,85% (0,01) = 10,43%

Tabel 2.1. Verandering in die totale wateroplosbare proteïeninhoud in mg/gram droë blaarweefsel van die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode.

| REPLIKATE                   | AANTAL DAE |       |        |        |        |       |        |       |
|-----------------------------|------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
|                             | 1          |       | 3      |        | 5      |       |        |       |
|                             | G556DT     | A281  | G556DT | A281   | G556DT | A281  | G556DT | A281  |
| 1ste HERHALING              | 120,4      | 73,7  | 130,0  | 66,9   | 121,3  | 66,4  | 102,0  | 49,1  |
|                             | 123,9      | 68,4  | 125,3  | 65,9   | 123,1  | 62,3  | 97,5   | 52,1  |
|                             | 123,9      | 73,7  | 130,0  | 65,9   | 123,4  | 66,4  | 102,0  | 49,9  |
| 2de HERHALING               | 119,7      | 69,49 | 120,8  | 65,1   | 126,0  | 59,0  | 93,0   | 47,7  |
|                             | 123,9      | 68,37 | 124,0  | 65,1   | 125,4  | 63,0  | 97,5   | 45,6  |
|                             | 123,9      | 73,7  | 125,3  | 66,9   | 128,0  | 59,0  | 97,5   | 45,6  |
| 3de HERHALING               | 128,2      | 61,3  | 136,3  | 65,9   | 129,0  | 59,0  | 102,0  | 52,1  |
|                             | 132,5      | 64,1  | 120,0  | 64,0   | 125,4  | 59,0  | 99,3   | 52,0  |
|                             | 132,5      | 61,3  | 120,0  | 63,0   | 124,0  | 66,3  | 97,5   | 47,7  |
| TOTAAL                      | 1128,9     | 614   | 1131,7 | 558,64 | 1125,7 | 560,4 | 892,8  | 442,6 |
| GEMIDDELD                   | 125,4      | 68,0  | 125,8  | 65,4   | 125,08 | 62,26 | 99,2   | 49,2  |
| *<br>GEMIDDELD VAN KONTROLE | 125,6      | 69,2  | 127,1  | 70,0   | 127,85 | 69,8  | 127,65 | 68,9  |

\* GEMIDDELD VAN NEGE REPLIKATE. K.B.V. (0,05) = 10,2 (0,01 = 13,54

Tabel 2.2.

Die afname in die totale wateroplosbare proteïenkonsentrasie van die proefplante ten opsigte van die kontrole-plante uitgedruk as persentasie.

| REPLIKATE              | AANTAL DAE |       |        |       |        |       |        |        |
|------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
|                        | 1          |       | 3      |       | 5      |       | 7      |        |
|                        | G556DT     | A281  | G556DT | A281  | G556DT | A281  | G556DT | A281   |
| 1ste HERHALING         | 4,14       | -6,5  | -2,28  | 4,43  | 5,7    | 4,87  | 20,09  | 28,74  |
|                        | 1,35       | 1,15  | 1,42   | 5,86  | 3,48   | 10,74 | 23,61  | 24,38  |
|                        | 1,35       | -6,5  | -2,28  | 5,86  | 3,48   | 4,87  | 20,09  | 27,58  |
| 2de HERHALING          | 4,7        | -0,42 | 4,96   | 7,0   | 1,45   | 15,47 | 27,14  | 30,77  |
|                        | 1,35       | 1,19  | 2,44   | 7,0   | 1,92   | 9,74  | 23,61  | 33,82  |
|                        | 1,35       | -6,5  | 1,42   | 4,43  | -0,01  | 15,47 | 23,61  | 33,82  |
| 3de HERHALING          | -2,07      | 11,42 | -7,23  | 5,86  | -0,9   | 15,47 | 20,09  | 24,38  |
|                        | -5,49      | 7,37  | 5,59   | 8,57  | 1,92   | 15,47 | 22,2   | 24,41  |
|                        | -5,49      | 11,42 | 5,59   | 10,0  | 3,01   | 5,01  | 23,61  | 30,77  |
| TOTAAL                 | 1,19       | 12,63 | 9,63   | 59,01 | 19,96  | 97,11 | 204,05 | 258,67 |
| GEMIDDELD              | 0,13       | 1,4   | 1,07   | 6,56  | 2,33   | 10,79 | 22,67  | 28,74  |
| GEMIDDELD VAN KONTROLE | 125,6      | 69,2  | 127,1  | 70,0  | 127,85 | 69,8  | 127,65 | 68,9   |

(-) = proefplant bevat meer proteïen as kontrole.  
 K.B.V. (0,01) = 4,31 en (0,05) = 3,25

Tabel 3. Persentasie-verandering in proteïensinteses tempo by die twee mielielyne A281 en G556DT gedurende die verloop van die droogteperiode.

| REPLIKATE      | AANTAL DAE |      |        |      |        |      |        |      |
|----------------|------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                | 1          |      | 3      |      | 5      |      | 7      |      |
|                | G556DT     | A281 | G556DT | A281 | G556DT | A281 | G556DT | A281 |
| 1ste HERHALING | 9,9        | 9,5  | 9,3    | 6,9  | 6,6    | 4,9  | 3,6    | 2,3  |
|                | 10,2       | 9,06 | 9,2    | 7,0  | 6,8    | 4,8  | 3,8    | 2,6  |
| 2de HERHALING  | 9,9        | 9,4  | 8,8    | 6,7  | 6,4    | 4,8  | 3,8    | 2,1  |
|                | 10,7       | 9,9  | 8,6    | 6,6  | 6,2    | 4,6  | 4,0    | 2,4  |
| TOTAAL         | 41,7       | 38,2 | 35,9   | 27,2 | 25,8   | 19,1 | 15,2   | 9,4  |
| GEMIDDELD      | 10,4       | 9,55 | 8,93   | 6,9  | 6,45   | 4,78 | 3,8    | 2,35 |

Tabel 4.1. Verandering in die chlorofil a-inhoud (mg chlorofil a/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne A281 en G556DT gedurende die verloop van die droogteperiode.

|                        | AANTAL DAE |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |
|------------------------|------------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|
|                        | 1          |               |       |               | 3      |               |       |               | 5      |               |       |               | 7      |               |       |               |
|                        | G556DT     |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               |
|                        | proef      | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole |
| 1ste<br>HERHA-<br>LING | 4,2        | 4,4           | 4,5   | 4,8           | 4,3    | 4,1           | 3,8   | 4,8           | 3,5    | 4,4           | 2,9   | 4,7           | 3,2    | 4,6           | 2,0   | 4,7           |
|                        | 4,5        | 4,6           | 5,0   | 4,7           | 4,0    | 4,3           | 3,6   | 4,6           | 3,5    | 4,5           | 3,3   | 4,5           | 2,9    | 4,7           | 2,3   | 4,6           |
|                        | 4,5        | 4,5           | 4,8   | 4,8           | 4,1    | 4,3           | 3,5   | 4,6           | 3,5    | 4,7           | 3,0   | 4,6           | 3,1    | 4,5           | 2,1   | 4,8           |
| 2de<br>HERHA-<br>LING  | 4,3        | 4,1           | 5,1   | 4,9           | 4,2    | 4,5           | 3,8   | 4,7           | 3,4    | 4,6           | 2,9   | 4,8           | 3,1    | 4,5           | 2,1   | 4,8           |
|                        | 4,3        | 4,3           | 4,6   | 5,1           | 4,1    | 4,6           | 3,6   | 4,9           | 3,7    | 4,1           | 3,0   | 5,0           | 3,1    | 4,6           | 2,2   | 5,0           |
|                        | 4,5        | 4,5           | 4,6   | 5,1           | 4,0    | 4,5           | 3,6   | 4,0           | 3,4    | 4,5           | 3,2   | 5,1           | 3,2    | 4,7           | 2,2   | 5,0           |
| 3de<br>HERHA-<br>LING  | 4,4        | 4,8           | 4,6   | 5,0           | 3,9    | 4,7           | 3,3   | 4,8           | 3,7    | 4,3           | 3,1   | 5,0           | 3,1    | 4,4           | 2,2   | 4,6           |
|                        | 4,5        | 4,6           | 5,1   | 4,8           | 4,2    | 4,6           | 3,4   | 4,6           | 3,6    | 4,5           | 3,1   | 4,8           | 3,0    | 4,5           | 2,3   | 4,5           |
|                        | 4,3        | 4,5           | 4,7   | 4,6           | 4,1    | 4,3           | 3,4   | 4,6           | 3,6    | 4,5           | 3,0   | 4,9           | 3,0    | 4,6           | 2,1   | 4,8           |
| TOTAAL                 | 39,5       | 40,3          | 43    | 43,8          | 36,9   | 39,9          | 32    | 42,6          | 31,9   | 40,1          | 27,5  | 43,4          | 27,7   | 41,1          | 19,5  | 42,8          |
| GEMID.                 | 4,4        | 4,5           | 4,8   | 4,9           | 4,1    | 4,4           | 3,6   | 4,7           | 3,5    | 4,5           | 3,01  | 4,8           | 3,1    | 4,6           | 2,2   | 4,8           |

K.B.V. (P0,05) = 0,224  
(P0,01) = 0,322

Tabel 4.2. Verandering in die chlorofil b-inhoud (mg chlorofil b/gram droë blaarweefsel)

by die twee mielielyne A281 en G556DT gedurende die verloop van die droogteperiode.

|                        | AANTAL DAE |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |
|------------------------|------------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|
|                        | 1          |               |       |               | 3      |               |       |               | 5      |               |       |               | 7      |               |       |               |
|                        | G556DT     |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               | G556Dt |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               |
|                        | proef      | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole |
| 1ste<br>HERHA-<br>LING | 1,3        | 1,6           | 1,7   | 2,0           | 1,4    | 1,5           | 1,5   | 1,5           | 0,8    | 1,5           | 0,8   | 1,9           | 0,8    | 1,7           | 0,6   | 1,8           |
|                        | 1,7        | 1,5           | 2,0   | 1,7           | 1,5    | 1,6           | 1,9   | 1,9           | 0,8    | 1,6           | 0,8   | 1,8           | 0,8    | 1,8           | 0,6   | 1,6           |
|                        | 1,7        | 1,6           | 1,9   | 1,8           | 1,2    | 1,7           | 1,7   | 1,6           | 1,1    | 1,5           | 1,0   | 1,9           | 0,8    | 1,8           | 0,6   | 1,6           |
| 2de<br>HERHA-<br>LING  | 1,8        | 1,7           | 1,6   | 1,6           | 1,6    | 1,7           | 1,5   | 1,6           | 0,8    | 1,9           | 0,8   | 1,5           | 0,6    | 1,5           | 0,7   | 1,9           |
|                        | 1,5        | 1,8           | 1,5   | 1,4           | 1,6    | 1,4           | 1,4   | 1,8           | 1,0    | 1,7           | 0,7   | 1,6           | 0,8    | 1,6           | 0,6   | 1,7           |
|                        | 1,4        | 1,7           | 2,0   | 1,8           | 1,7    | 1,7           | 1,4   | 1,7           | 0,8    | 1,7           | 0,9   | 1,5           | 0,6    | 1,5           | 0,8   | 1,8           |
| 3de<br>HERHA-<br>LING  | 1,4        | 1,6           | 1,7   | 1,6           | 1,6    | 1,6           | 1,6   | 1,7           | 0,9    | 1,6           | 0,9   | 1,7           | 0,6    | 1,7           | 0,4   | 1,5           |
|                        | 1,7        | 1,7           | 1,8   | 1,8           | 1,6    | 1,7           | 1,4   | 1,8           | 0,9    | 1,8           | 0,8   | 1,6           | 0,9    | 1,5           | 0,7   | 1,7           |
|                        | 1,4        | 1,6           | 2,0   | 1,9           | 1,4    | 1,8           | 1,5   | 1,6           | 1,0    | 1,5           | 0,8   | 1,7           | 1,0    | 1,8           | 0,7   | 1,8           |
| TOTAAL                 | 13,9       | 14,8          | 16,2  | 15,6          | 13,6   | 14,7          | 13,9  | 15,2          | 8,1    | 14,8          | 7,5   | 15,2          | 6,9    | 14,9          | 5,7   | 15,4          |
| GEMID.                 | 1,5        | 1,6           | 1,8   | 1,7           | 1,5    | 1,6           | 1,5   | 1,7           | 0,9    | 1,6           | 0,8   | 1,7           | 0,8    | 1,7           | 0,6   | 1,7           |

K.B.V. (P0,05) = 0,12  
(P0,01) = 0,18

Tabel 4.3. Verandering in die totale chlorofilinhoud (mg/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode.

|                        | AANTAL DAE |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |        |               |       |               |
|------------------------|------------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|
|                        | 1          |               |       |               | 3      |               |       |               | 5      |               |       |               | 7      |               |       |               |
|                        | G556DT     |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               | G556DT |               | A281  |               |
|                        | proef      | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole | proef  | kon-<br>trole | proef | kon-<br>trole |
| 1ste<br>HERHA-<br>LING | 5,5        | 6,0           | 6,2   | 6,8           | 5,7    | 5,6           | 5,3   | 6,3           | 4,3    | 5,9           | 3,7   | 6,6           | 4,0    | 6,3           | 2,6   | 6,5           |
|                        | 6,2        | 6,1           | 6,8   | 6,4           | 5,5    | 5,9           | 5,5   | 6,5           | 4,3    | 6,1           | 4,1   | 6,3           | 3,6    | 6,5           | 2,9   | 6,2           |
|                        | 6,2        | 6,1           | 6,7   | 6,6           | 5,3    | 6,0           | 5,2   | 6,2           | 4,6    | 6,2           | 4,0   | 6,5           | 3,8    | 6,3           | 2,7   | 6,4           |
| 2de<br>HERHA-<br>LING  | 6,1        | 5,8           | 6,7   | 6,5           | 5,8    | 6,2           | 5,3   | 6,3           | 4,2    | 6,5           | 3,7   | 6,3           | 3,7    | 6,0           | 2,8   | 6,7           |
|                        | 5,8        | 6,1           | 6,1   | 6,5           | 5,7    | 6,0           | 5,0   | 6,5           | 4,7    | 5,8           | 3,9   | 6,6           | 3,9    | 6,2           | 2,8   | 6,7           |
|                        | 5,9        | 6,2           | 6,6   | 6,9           | 5,7    | 6,2           | 5,0   | 6,7           | 4,2    | 6,2           | 4,1   | 6,6           | 3,8    | 6,2           | 3,0   | 6,8           |
| 3de<br>HERHA-<br>LING  | 5,8        | 6,4           | 6,3   | 6,6           | 5,5    | 6,3           | 4,9   | 6,5           | 4,6    | 5,9           | 4,0   | 6,7           | 3,7    | 6,1           | 2,6   | 6,1           |
|                        | 6,5        | 6,3           | 6,9   | 6,2           | 5,8    | 6,3           | 4,8   | 6,4           | 4,5    | 6,3           | 3,9   | 6,4           | 3,9    | 6,0           | 3,0   | 6,2           |
|                        | 5,7        | 6,1           | 6,7   | 6,5           | 5,5    | 6,1           | 4,9   | 6,2           | 4,6    | 6,0           | 3,8   | 6,6           | 4,0    | 6,4           | 2,8   | 6,6           |
| TOTAAL                 | 53,7       | 55,1          | 59    | 59            | 50,5   | 54,6          | 50,9  | 57,6          | 40     | 54,9          | 35,2  | 58,6          | 34,4   | 56            | 25,2  | 58,2          |
| GEMID.                 | 6,0        | 6,1           | 6,6   | 6,6           | 5,6    | 6,1           | 5,7   | 6,4           | 4,5    | 6,1           | 3,9   | 6,5           | 3,8    | 6,2           | 2,8   | 6,5           |

K.R.V. (P0,05) = 0,32  
(P0,01) = 0,46

Tabel 5. Verandering in die RNase-aktiwiteit (A260/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne met die verloop van die droogteperiode.

| REPLIKATE              | AANTAL DAE |           |       |           |        |           |       |           |        |           |       |           |        |           |       |           |
|------------------------|------------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|
|                        | 1          |           |       |           | 3      |           |       |           | 5      |           |       |           | 7      |           |       |           |
|                        | G556DT     |           | A281  |           | G556DT |           | A281  |           | G556DT |           | A281  |           | G556DT |           | A281  |           |
|                        | proef      | kon-trole | proef | kon-trole | proef  | kon-trole | proef | kon-trole | proef  | kon-trole | proef | kon-trole | proef  | kon-trole | proef | kon-trole |
| 1ste<br>HERHA-<br>LING | 1,72       | 1,72      | 1,7   | 1,68      | 1,72   | 1,7       | 1,78  | 1,68      | 1,81   | 1,68      | 1,85  | 1,68      | 1,92   | 1,74      | 2,0   | 1,72      |
|                        | 1,73       | 1,78      | 1,7   | 1,68      | 1,76   | 1,7       | 1,78  | 1,72      | 1,79   | 1,65      | 1,88  | 1,7       | 1,9    | 1,76      | 2,0   | 1,74      |
|                        | 1,72       | 1,78      | 1,72  | 1,72      | 1,76   | 1,72      | 1,8   | 1,68      | 1,82   | 1,65      | 1,86  | 1,71      | 1,92   | 1,76      | 2,01  | 1,72      |
| 2de<br>HERHA-<br>LING  | 1,72       | 1,7       | 1,78  | 1,74      | 1,72   | 1,7       | 1,82  | 1,68      | 1,79   | 1,68      | 1,89  | 1,72      | 1,94   | 1,7       | 2,08  | 1,68      |
|                        | 1,79       | 1,7       | 1,78  | 1,74      | 1,74   | 1,72      | 1,82  | 1,68      | 1,82   | 1,78      | 1,85  | 1,7       | 1,92   | 1,7       | 2,06  | 1,72      |
|                        | 1,82       | 1,68      | 1,76  | 1,72      | 1,76   | 1,72      | 1,8   | 1,7       | 1,82   | 1,78      | 1,88  | 1,72      | 1,94   | 1,68      | 2,08  | 1,72      |
| 3de<br>HERHA-<br>LING  | 1,68       | 1,68      | 1,7   | 1,71      | 1,72   | 1,74      | 1,84  | 1,7       | 1,81   | 1,68      | 1,89  | 1,71      | 1,9    | 1,7       | 2,03  | 1,7       |
|                        | 1,69       | 1,68      | 1,7   | 1,71      | 1,72   | 1,72      | 1,8   | 1,73      | 1,79   | 1,68      | 1,88  | 1,72      | 1,91   | 1,68      | 2,14  | 1,72      |
|                        | 1,69       | 1,7       | 1,72  | 1,7       | 1,7    | 1,74      | 1,79  | 1,75      | 1,83   | 1,72      | 1,87  | 1,73      | 1,9    | 1,7       | 2,16  | 1,72      |
| TOTAAL                 | 15,46      | 15,42     | 15,56 | 15,4      | 15,6   | 15,46     | 16,23 | 15,3      | 16,28  | 15,3      | 16,85 | 15,39     | 17,25  | 15,4      | 18,86 | 15,44     |
| GEMID.                 | 1,72       | 1,71      | 1,73  | 1,71      | 1,73   | 1,72      | 1,8   | 1,7       | 1,81   | 1,7       | 1,87  | 1,71      | 1,92   | 1,71      | 2,07  | 1,72      |

K.B.V. (P0,05) = 0,03  
(P0,01) = 0,05

Tabel 6. Die verband tussen relatiewe beweeglikheid en molekulêre massa van die proteïenfraksies van die twee mieljelyste. (Variasie by die molekulêre massa bepalinge ongeveer 8,78%).

| VERSKEIEDE PROTEÏENFRAKSIES        |      |     |
|------------------------------------|------|-----|
| RELATIEWE MOBILITEIT               |      |     |
| MOLEKULÊRE MASSA x 10 <sup>3</sup> |      |     |
| 12,5                               | 0,96 | P1  |
| 13,2                               | 0,94 | P2  |
| 14,5                               | 0,91 | P3  |
| 15,2                               | 0,89 | P4  |
| 16,6                               | 0,86 | P5  |
| 17,8                               | 0,84 | P6  |
| 19,2                               | 0,81 | P7  |
| 22                                 | 0,73 | P8  |
| 24,8                               | 0,71 | P9  |
| 29,4                               | 0,66 | P10 |
| 31                                 | 0,64 | P11 |
| 33,9                               | 0,61 | P12 |
| 35,9                               | 0,59 | P13 |
| 42,5                               | 0,53 | P14 |
| 46,3                               | 0,5  | P15 |
| 55                                 | 0,44 | P16 |
| 69                                 | 0,36 | P17 |
| 86                                 | 0,28 | P18 |
| 121,9                              | 0,16 | P19 |
| 132                                | 0,13 | P20 |
| 148                                | 0,09 | P21 |
| 153                                | 0,08 | P22 |
| 162                                | 0,05 | P23 |
| 176                                | 0,04 | P24 |

Tabel 7. Verandering in die totale proteïenaminosuurkonsentrasies ( $\mu$  mol/gram droë blaarweefsel) van die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode.

| HERHALINGS            | AANTAL DAE |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       | 1          |        | 3      |        | 5      |        | 7      |        |
|                       | G556DT     | A281   | G556DT | A281   | G556DT | A281   | G556DT | A281   |
| 1.                    | 122,57     | 134,91 | 123,53 | 157,13 | 198,84 | 142,58 | 145,36 | 144,27 |
| 2.                    | 117,58     | 123,22 | 113,32 | 167,7  | 187,74 | 131,94 | 153,79 | 147,66 |
| 3.                    | 118,7      | 127,27 | 121,78 | 167,02 | 192,83 | 140,55 | 134,19 | 147,43 |
| TOTAAL                | 359,35     | 385,4  | 358,63 | 494,65 | 579,41 | 415,08 | 433,34 | 439,36 |
| GEMIDDELD             | 119,78     | 128,47 | 119,54 | 164,88 | 193,14 | 138,36 | 144,45 | 146,45 |
| STANDAARD<br>AFWYKING | 2,62       | 5,94   | 5,46   | 5,92   | 5,56   | 5,65   | 9,83   | 1,89   |

Tabel 8. Die verandering in die verskillende vrye proteïenaminosure ( $\mu$  mol/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode.

| AMINOSURE          | DAG 1        |        |      |              |        |       | DAG 3        |        |       |              |        |       | DAG 5        |        |       |              |        |       | DAG 7        |        |      |              |        |      |
|--------------------|--------------|--------|------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|
|                    | G556DT       |        |      | A281         |        |       | G556DT       |        |       | A281         |        |       | G556DT       |        |       | A281         |        |       | G556DT       |        |      | A281         |        |      |
|                    | konsentrasie | gemid. | S.A. | konsentrasie | gemid. | S.A.  | konsentrasie | gemid. | S.A.  | konsentrasie | gemid. | S.A.  | konsentrasie | gemid. | S.A.  | konsentrasie | gemid. | S.A.  | konsentrasie | gemid. | S.A. | konsentrasie | gemid. | S.A. |
| ASPARTIEN-<br>SUUR | 1 1,572      |        |      | 3,03         |        |       | 3,07         |        |       | 5,094        |        |       | 3,69         |        |       | 2,1          |        |       | 4,04         |        |      | 3,26         |        |      |
| Herhalings         | 2 1,86       | 1,68   | 0,16 | 3,91         | 3,51   | 0,45  | 2,02         | 2,38   | 0,6   | 4,78         | 5,22   | 0,51  | 3,15         | 3,77   | 0,67  | 2,43         | 2,49   | 0,42  | 4,5          | 3,76   | 0,91 | 3,12         | 3,28   | 0,16 |
|                    | 3 1,62       | 1,72*  | 0,2* | 3,58         | 3,76*  | 0,3*  | 2,05         | 1,7*   | 0,5*  | 5,78         | 3,8*   | 0,6*  | 4,48         | 1,6*   | 0,3*  | 2,94         | 3,6*   | 0,45* | 2,75         | 1,67*  | 0,4* | 3,47         | 3,5*   | 0,3* |
| THREONIEN          | 1 2,83       |        |      | 4,24         |        |       | 3,92         |        |       | 4,99         |        |       | 6,05         |        |       | 7,26         |        |       | 6,65         |        |      | 8,9          |        |      |
| Herhalings         | 2 3,1        | 2,96   | 0,14 | 4,1          | 4,14   | 0,09  | 3,08         | 3,49   | 0,42  | 5,1          | 5,1    | 0,11  | 6,21         | 6,08   | 0,12  | 7,08         | 7,07   | 0,2   | 8,25         | 7,0    | 1,11 | 7,39         | 8,41   | 0,89 |
|                    | 3 2,95       | 2,84*  | 0,3* | 4,08         | 4,4*   | 0,4*  | 3,48         | 3,01*  | 0,36* | 5,2          | 4,01*  | 0,5*  | 5,98         | 2,95*  | 0,2*  | 6,86         | 4,2*   | 0,6*  | 6,11         | 2,88*  | 0,3* | 8,95         | 4,1*   | 0,5* |
| SERIEN             | 1 17,60      |        |      | 24,54        |        |       | 22,98        |        |       | 31,41        |        |       | 36,91        |        |       | 30,23        |        |       | 25,02        |        |      | 29,95        |        |      |
| Herhalings         | 2 17,2       | 17,26  | 0,32 | 23,8         | 23,7   | 0,9   | 25,66        | 24,29  | 1,35  | 30,18        | 31,06  | 0,77  | 39,20        | 36,36  | 3,15  | 29,85        | 30,57  | 0,94  | 24,13        | 24,72  | 0,51 | 31,6         | 30,4   | 1,05 |
|                    | 3 16,98      | 16,6*  | 0,8* | 22,75        | 21,6*  | 1,5*  | 24,24        | 17,6*  | 0,9*  | 31,6         | 22,8*  | 0,98* | 32,98        | 16,9*  | 1,4*  | 31,63        | 23,0*  | 0,78* | 25,02        | 17,05* | 0,6* | 29,65        | 23,4*  | 1,4* |
| GLUTAMIEN-<br>SUUR | 1 32,9       |        |      | 27,57        |        |       | 24,609       |        |       | 25,23        |        |       | 18,04        |        |       | 12,17        |        |       | 4,46         |        |      | 5,43         |        |      |
| Herhalings         | 2 30,6       | 30,9   | 1,97 | 21,82        | 25,2   | 3,01  | 25,68        | 23,97  | 2,15  | 21,88        | 22,37  | 2,65  | 20,79        | 18,65  | 1,91  | 11,64        | 12,98  | 0,87  | 5,0          | 5,04   | 0,6  | 5,8          | 5,64   | 0,19 |
|                    | 3 29,9       | 29,5*  | 1,4* | 26,21        | 24,8*  | 2,1*  | 21,54        | 30,6*  | 1,0*  | 19,99        | 25,6*  | 2,5*  | 17,13        | 31,0*  | 1,4*  | 13,33        | 26,2*  | 1,08* | 5,66         | 30,6*  | 1,2* | 5,7          | 24,9*  | 3,0* |
| PROLIEN            | 1 2,82       |        |      | 2,85         |        |       | 6,92         |        |       | 12,62        |        |       | 20,68        |        |       | 14,81        |        |       | 19,58        |        |      | 25,81        |        |      |
| Herhalings         | 2 2,58       | 2,72   | 0,13 | 2,12         | 2,55   | 0,38  | 1,283        | 4,34   | 2,04  | 15,51        | 14,61  | 1,73  | 18,67        | 19,57  | 2,02  | 7,17         | 12,57  | 4,7   | 23,63        | 20,78  | 2,48 | 23,98        | 16,6   | 1,34 |
|                    | 3 2,76       | 2,64*  | 0,4* | 2,68         | 2,4*   | 0,38* | 4,82         | 2,5*   | 0,2*  | 15,71        | 2,7*   | 0,3*  | 19,37        | 2,2*   | 0,16* | 15,72        | 2,9*   | 0,5*  | 19,14        | 2,1*   | 0,4* | 23,21        | 2,7*   | 0,4* |
| GLISIEN            | 1 17,60      |        |      | 12,42        |        |       | 15,89        |        |       | 11,42        |        |       | 19,17        |        |       | 13,86        |        |       | 12,46        |        |      | 8,68         |        |      |
| Herhalings         | 2 16,1       | 17,07  | 0,84 | 11,82        | 11,93  | 0,45  | 10,27        | 15,05  | 4,42  | 14,1         | 13,32  | 1,65  | 14,58        | 17,63  | 2,64  | 12,62        | 12,77  | 1,03  | 11,63        | 11,98  | 0,43 | 8,79         | 8,69   | 0,1  |
|                    | 3 17,5       | 16,8*  | 1,0* | 11,55        | 12,6*  | 0,8*  | 18,98        | 16,4*  | 0,8*  | 14,43        | 12,4*  | 0,6*  | 19,13        | 16,4*  | 3,1*  | 11,82        | 12,6*  | 1,2*  | 11,86        | 17,1*  | 2,0* | 8,6          | 12,7*  | 1,4* |
| ALANIEN            | 1 32,69      |        |      | 28,18        |        |       | 36,67        |        |       | 35,23        |        |       | 46,98        |        |       | 31,69        |        |       | 27,84        |        |      | 17,36        |        |      |
| Herhalings         | 2 30,98      | 32,04  | 0,93 | 23,64        | 25,5   | 2,38  | 29,76        | 33,17  | 3,45  | 41,83        | 39,81  | 3,98  | 37,28        | 43,66  | 5,52  | 32,3         | 31,41  | 1,05  | 29,63        | 27,24  | 2,74 | 21,7         | 19,35  | 2,19 |
|                    | 3 32,45      | 31,9*  | 1,9* | 24,69        | 28,9*  | 1,6*  | 33,08        | 32,9*  | 2,2*  | 42,37        | 27,6*  | 4,4*  | 46,71        | 31,6*  | 4,2*  | 30,25        | 29,1*  | 1,0*  | 24,25        | 33,4*  | 4,0* | 19,0         | 29,7*  | 3,8* |

★ = GEMIDDELD en STANDAARDAFWYKING VAN DIE KONTROLEPLANTE  
S.A. Standaardafwyking.

Tabel 8. (vervolg). Die verandering in die verskillende vrye proteïenaminosure ( $\mu$  mol/gram droë blaarweefsel) by die twee mielielyne gedurende die verloop van die droogteperiode.

| AMINOSURE          | DAG 1             |        |       |                   |        |       | DAG 3             |        |       |                   |        |       | DAG 5             |        |       |                   |        |       | DAG 7             |        |       |                   |        |       |      |
|--------------------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|------|
|                    | G556DT            |        |       | A281              |        |       | G556DT            |        |       | A281              |        |       | G556DT            |        |       | A281              |        |       | G556DT            |        |       | A281              |        |       |      |
|                    | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  | konsen-<br>trasie | gemid. | S.A.  |      |
| VALIEN             | 1                 | 7,54   |       | 8,33              |        |       | 8,59              |        |       | 10,71             |        |       | 20,04             |        |       | 14,94             |        |       | 21,63             |        |       | 21,7              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 7,9    | 7,59  | 0,29              | 6,66   | 7,42  | 0,85              | 8,08   | 7,44  | 1,58              | 12,85  | 12,08 | 1,19              | 18,64  | 18,99 | 0,93              | 9,16   | 12,8  | 3,17              | 18,88  | 20,12 | 1,39              | 21,9   | 27,45 | 1,14 |
|                    | 3                 | 7,32   | 7,8*  | 0,4*              | 7,28   | 8,0*  | 0,4*              | 5,641  | 7,6*  | 0,5*              | 12,67  | 7,6*  | 0,18              | 18,294 | 7,9*  | 1,2*              | 14,31  | 7,4*  | 0,82              | 19,86  | 7,05* | 1,6*              | 23,76  | 7,7*  | 0,64 |
| ISOLEUSIEN         | 1                 | 1,48   |       | 2,73              |        |       | 1,51              |        |       | 3,21              |        |       | 6,21              |        |       | 2,97              |        |       | 6,16              |        |       | 6,28              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 1,51   | 1,52  | 0,05              | 3,03   | 2,87  | 0,15              | 1,42   | 1,64  | 0,31              | 3,33   | 3,44  | 0,3               | 6,35   | 6,24  | 0,1               | 2,57   | 2,7   | 0,24              | 9,38   | 6,96  | 2,14              | 6,5    | 6,86  | 3,83 |
|                    | 3                 | 1,57   | 1,52* | 0,2*              | 2,86   | 2,96* | 0,3*              | 2,0    | 1,6*  | 0,24              | 3,77   | 2,7*  | 0,64              | 6,17   | 1,7*  | 0,3*              | 2,55   | 2,8*  | 0,7*              | 5,33   | 1,73* | 0,5*              | 7,81   | 2,75  | 0,6* |
| LEUSIEN            | 1                 | 1,34   |       | 1,52              |        |       | 1,24              |        |       | 1,79              |        |       | 5,22              |        |       | 2,72              |        |       | 6,3               |        |       | 4,2               |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 1,22   | 1,27  | 0,06              | 2,12   | 1,77  | 0,31              | 0,97   | 1,16  | 0,17              | 2,14   | 2,24  | 0,51              | 5,79   | 5,5   | 0,29              | 3,74   | 3,15  | 0,53              | 7,13   | 6,25  | 0,91              | 4,17   | 4,38  | 0,34 |
|                    | 3                 | 1,26   | 1,33* | 0,24*             | 1,68   | 1,94* | 0,54*             | 1,28   | 1,27* | 0,41*             | 2,8    | 1,76  | 0,48              | 5,49   | 1,30  | 0,16              | 2,98   | 1,86  | 0,92              | 5,32   | 1,26* | 0,8*              | 4,77   | 1,87  | 0,6* |
| TIPIDIEN           | 1                 | 1,52   |       | 1,82              |        |       | 1,89              |        |       | 3,71              |        |       | 5,19              |        |       | 3,49              |        |       | 0,17              |        |       | 0,14              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 1,6    | 1,56  | 0,05              | 2,42   | 2,08  | 0,31              | 2,28   | 2,12  | 0,2               | 2,86   | 3,34  | 0,44              | 5,97   | 5,31  | 0,61              | 3,74   | 3,33  | 0,51              | 0,38   | 0,24  | 0,13              | 0,33   | 0,3   | 0,15 |
|                    | 3                 | 1,57   | 1,64* | 0,26*             | 2,0    | 1,86* | 0,3*              | 2,18   | 1,77* | 0,84*             | 3,46   | 1,66  | 0,19              | 4,78   | 1,71* | 0,56              | 2,76   | 1,69* | 0,47*             | 0,16   | 1,75* | 0,89*             | 0,43   | 1,84  | 0,66 |
| PENI-LALA-<br>NIEN | 1                 | 1,20   |       | 1,61              |        |       | 1,51              |        |       | 4,28              |        |       | 4,72              |        |       | 1,49              |        |       | 5,41              |        |       | 7,36              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 1,26   | 1,25  | 0,05              | 1,82   | 1,74  | 0,11              | 1,03   | 1,61  | 0,64              | 4,76   | 4,46  | 0,26              | 5,76   | 5,28  | 0,53              | 3,74   | 2,26  | 1,28              | 6,0    | 5,2   | 0,91              | 7,34   | 6,94  | 0,72 |
|                    | 3                 | 1,26   | 1,3*  | 0,16              | 1,8    | 1,81* | 0,27*             | 2,3    | 1,4*  | 0,12              | 4,34   | 1,86  | 0,44              | 5,37   | 1,46  | 0,32              | 1,56   | 1,64  | 0,51              | 4,18   | 1,40  | 0,42              | 6,11   | 1,69* | 0,76 |
| LISIEN             | 1                 | 0,38   |       | 3,03              |        |       | 0,24              |        |       | 1,6               |        |       | 2,21              |        |       | 1,40              |        |       | 1,49              |        |       | 1,3               |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 0,42   | 0,37  | 0,06              | 3,0    | 3,08  | 0,11              | 0,51   | 0,42  | 0,16              | 1,19   | 1,36  | 0,21              | 2,15   | 2,17  | 0,05              | 1,86   | 1,35  | 0,54              | 1,88   | 1,59  | 0,26              | 1,31   | 1,34  | 0,06 |
|                    | 3                 | 0,31   | 0,46* | 0,12*             | 3,2    | 3,1*  | 0,25*             | 0,52   | 0,44* | 0,23*             | 1,28   | 3,09  | 0,4*              | 2,16   | 0,46  | 0,18              | 0,78   | 2,76  | 0,87              | 1,40   | 0,55  | 0,05              | 1,41   | 2,76  | 0,2* |
| HISTIDIEN          | 1                 | 0,35   |       | 1,52              |        |       | 0,9               |        |       | 1,91              |        |       | 1,94              |        |       | 1,82              |        |       | 1,63              |        |       | 2,43              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 0,34   | 0,33  | 0,03              | 1,46   | 1,49  | 0,03              | 0,51   | 0,74  | 0,2               | 1,9    | 1,89  | 0,03              | 1,43   | 1,60  | 0,3               | 1,94   | 1,51  | 0,64              | 1,12   | 1,18  | 0,43              | 2,43   | 2,56  | 0,23 |
|                    | 3                 | 0,31   | 0,36* | 0,09*             | 1,5    | 1,2*  | 0,1*              | 0,8    | 0,31  | 0,07              | 1,86   | 1,4*  | 0,3*              | 1,43   | 0,34  | 0,14              | 0,78   | 1,36  | 0,26              | 0,78   | 0,38  | 0,02              | 2,82   | 1,41  | 0,08 |
| ARGINIEN           | 1                 | 0,75   |       | 1,52              |        |       | 0,51              |        |       | 2,14              |        |       | 1,79              |        |       | 1,63              |        |       | 2,52              |        |       | 1,47              |        |       |      |
| Herhalings         | 2                 | 0,89   | 0,86  | 0,1               | 1,5    | 1,48  | 0,06              | 0,77   | 0,72  | 0,19              | 0,95   | 1,62  | 0,61              | 1,77   | 1,59  | 0,34              | 2,1    | 2,0   | 0,34              | 2,25   | 2,38  | 1,14              | 1,30   | 1,5   | 0,22 |
|                    | 3                 | 0,94   | 0,72* | 0,16              | 1,41   | 1,41  | 0,14              | 0,87   | 0,76  | 0,13              | 1,76   | 1,45  | 0,22              | 1,20   | 1,84  | 0,14              | 2,28   | 1,48  | 0,31              | 2,37   | 0,86  | 0,21              | 1,74   | 1,41  | 0,32 |

\* = GEMIDDELD en STANDAARDAFWYKING VAN DIE KONTROLEPLANTE  
S.A. Standaardafwyking.