

KLEIN BOUWWERK VOOR PHYSIOLOGISCHE CULTUURPROEVEN

DOOR

A. H. BLAAUW

(WITH A SUMMARY IN ENGLISH)

I. INLEIDING

Vele vragen omtrent het leven, den groei der cultuurgewassen, in 't bijzonder omtrent den invloed van omstandigheden en het opsporen van de gunstigste levensvoorwaarden, stellen den onderzoeker vaak voor een moeilijk dilemma. Wil men een of ander probleem grondig en wetenschappelijk aanvatten, zoo is men gewoonlijk gedwongen met een klein aantal planten te werken en liefst met een bepaalde plant van geringe afmeting, die aan allerlei gunstige voorwaarden voldoet.

Alleen dan is 't technisch en financieel mogelijk de groei-omstandigheden eenigszins voldoende te beheerschen om nog op wetenschappelijke nauwkeurigheid aanspraak te kunnen maken.

Richt men 't oog uitsluitend op een physiologisch of wel experimenteel-morphologisch vraagstuk, dan scheidt men, door technische en financieele eischen sterk gebonden, een totaal van omstandigheden, dat in de praktische cultuur op groote schaal, zelfs bij veel zorg en behoorlijke inrichting niet te verwezenlijken is, of ook voor de plant als cultuurgewas, b.v. met 't oog op haar produkt en handelswaarde, in 't geheel geen zin zou hebben of zelfs schadelijk zou wezen.

Zoo dekt hetgeen men physiologisch-wetenschappelijk op kleine schaal met veel moeite onder bepaalde voorwaarden als

een optimum voor een zeker proces heeft vastgesteld, nog allerm minst altijd het optimum, dat in de praktische cultuur bruikbaar en gewenscht is.

Zoo zal dan altijd tusschen praktijk en wetenschappelijk onderzoek een tegemoetkomende houding noodig zijn.

Voor zoover nauwkeuriger onderzoek financieel en technisch gebonden is aan werken op kleine schaal, aan strenge voorwaarden en soms gedwongen is een bepaald proces of processencomplex goed gescheiden in 't oog te vatten, onafhankelijk van verdere vragen omtrent de cultuurplant als geheel, om grondig-wetenschappelijk één stap vooruit te kunnen komen, — daar zal menigmaal de praktijk zulke resultaten met geduld hebben te aanvaarden. Zij zal er soms na wijziging voor haar omstandigheden en eischen wellicht eenig nut van kunnen trekken en moge het verder beschouwen als een vermeerdering van de kennis van het betreffende cultuurgewas. Maar anderzijds blijkt het ook, dat de algemeene waarde stijgt naarmate de onderzoekers financieel in staat gesteld worden de betreffende proefnemingen ruimer op te zetten, opdat het beheerschen van de levensomstandigheden bij die proeven op ruimer schaal en gedurende langer tijd kan plaats vinden, zoodat de groeivoorwaarden en de uitkomsten van de proefplant tevens van meer waarde kunnen zijn voor de plant als cultuurgewas. Het is echter duidelijk dat bij het beheerschen en constant houden van groeivoorwaarden de eischen aan de techniek, dus ook aan de financiën en aan tijd en inspanning van het onderzoekend personeel gesteld, in sterke mate stijgt, zoodra men de proef maar iets ruimer wil inrichten of langduriger wil voortzetten.

Wil men inderdaad bij dergelijke proefnemingen over de levensvoorwaarden hoop koesteren, dat de resultaten ook voor de cultuurmethode en voor de kennis van de plant als cultuurgewas resultaat oplevert, dan moet men bij het beoordeelen van aangevraagde subsidies voor dergelijk werk hiermee rekening houden.

Zuiver wetenschappelijke vraagstukken zijn er voldoende, die op zichzelf veel minder kosten vereischen, maar in hun resultaten dan verder van de cultuur en het cultuurgewas zouden verwijderd blijven.

Wanneer ik deze eerste mededeeling uit 't nieuwe laboratorium van deze inleiding vergezeld doe gaan, is dat wel allerm minst een klacht. Want wij hopen in staat te zijn uit deze en verdere mededeelingen te doen blijken, dat de Regeering in de afgelopen jaren ons behoorlijk gesteund heeft, om aan verschillende technische eischen te kunnen voldoen. Al zijn deze eischen en af-

metingen door ons nog zeer beknopt gehouden voor 't gestelde doel, wij willen althans deze enkele gelegenheid niet laten voorbijgaan ons voor de inwilliging daarvan tegenover de Regeering erkentelijk te toonen.

De verdere beschouwing van deze inleiding is dan ook veeleer gericht op de jaren, die ons wachten en ter overweging aangeboden, wanneer men van de verschillende krachten aan de Landbouwhoogeschool onderzoekingsresultaten wil verwachten, die niet alleen wetenschappelijk, maar tevens ook voor de toepassing, voor de cultuur, voor de kennis van het cultuurgewas van eenige waarde kunnen zijn.

In de volgende bladzijden wil ik een korte beschrijving geven van enkele constructies, die voor ons bij het nemen van verschillende proeven van belang zijn en die wij aan het einde van den bouw van het nieuwe laboratorium op het omliggend terrein hebben doen aanbrengen. Zij worden hier op zichzelf zonder verdere proefnemingen beschreven, omdat wij in het vervolg bij het meedeelen van proeven eenvoudig naar deze beschrijving kunnen verwijzen, en omdat soortgelijke constructies misschien ook anderen reeds van dienst kunnen zijn. Dit wil niet zeggen, dat zij in den gegeven vorm reeds 't geschiktst zouden zijn. Vooral wanneer men een eenigszins ander doel op 't oog heeft, of bij voorkeur met andere cultuurplanten moet werken, zullen vorm, afwerking, inrichting natuurlijk naar omstandigheden gewijzigd dienen te worden.

Aan dergelijke constructies heeft men naast en buiten een physiologisch laboratorium behoefte als het er om gaat eenigszins bruikbare gegevens te verzamelen omtrent het leven van verschillende cultuurplanten.

Zulke proefnemingen staan in tusschen de physiologische proefnemingen op kleine schaal onder de beter te beheerschen voorwaarden in het laboratorium zelf en de groote cultuurproeven op uitgebreide terreinen.

Vandaar dat hierboven gesproken werd van *physiologische cultuurproeven*.

II. DE TERRASBAK.

(Zie Fig. 1 en 2).

Deze werd gebouwd in 't bijzonder voor 't onderzoek naar den invloed van verschillenden grondwaterstand, meer speciaal met 't oog op Hyacinthen-cultuur.

Inrichting en gebruik.

Het geheel is een gemetselde bak van 10 M. lengte en 7 M. breedte, bestaande uit een horizontaal bodemvlak en staande muren. Voor steun en eventueele scheiding in proefbedden loopt in 't midden over de breedte een tusschenmuur. Door 5 lengtemuren is 't geheel overlangs in 6 vakken van 70, 90, 90, 90, 90 en 180 c.M. breedte verdeeld. De voormuur is 70 c.M. hoog. De vijf overlangsche muren achtereenvolgens \pm 60, 80, 100, 120 en 140 c.M., de achtermuur \pm 160 c.M. boven 't bodemvlak; de zijmuren en de middenmuur loopen dus achterwaarts op. In de vijf overlangsche muren zijn om den halven meter gaten opengelaten op den bodem, 18 c.M. hoog en 10 c.M. breed. Het voorste vak (I) is een slootje met een afvoer (links) op de gewenschte hoogte, zoodat overtollig regenwater vanzelf afvloeit. In tijden van droogte wordt hier de bak af en toe bijgevuld; een automatische inrichting hiervoor te maken is geheel overbodig. De verdere overlangsche vakken (II—VI) worden gedraineerd door grof puin in een laag van 20 c.M., gevolgd door grof grind en vervolgens nog fijn grind (samen 10 c.M.) terwijl daarop of direct op 't grove grind een zandlaag ligt. Deze drainage werkt uitstekend: het water loopt door de draineerlaag tot achter in den bak en zelfs in een zeer droge periode staat 't water in 't verste vak op hetzelfde niveau als in 't slootje.

De laag grof rivierzand, die op 't grind ligt, kan van verschillende dikte genomen worden, afhankelijk van de verdere vulling. Voor ons was een laag van 20—40 c.M. geschikt, daar hierop het fijnere zand voor de Hyacinthencultuur volgt.

Het is van belang de draineerlaag met gradueele overgangen te maken, opdat niet bij de vulling met water de fijnere teeltlaag direct door de grove draineerlaag kan zakken. Op deze wijze blijven de lagen goed over elkaar heen liggen. Bij 't vullen van een dergelijken bak moeten om dezelfde reden die lagen met zorg worden uitgespreid, waarbij men gaandeweg onder 't vullen het waterniveau doet stijgen, opdat niet achteraf inzakkingen plaats hebben.

Met de gewenschte grondsoort worden de vakken II—VI, dus tot aan den rand van den naar voren gelegen muur van elk vak gevuld. De planten komen dus in die vakken telkens \pm 20 c.M. hooger te staan en hebben m. a. w. hun grondwater telkens \pm 20 c.M. dieper. Voor dieper wortelende gewassen of die, welke niet zulk een hoogen grondwaterstand behoeven of verdragen kunnen, kan 't water in den bak, dus in 't slootje (vak I), ook veel lager gehouden worden, zoodat de grondwaterstand in II—VI niet varieert van 0 tot 80 c.M., maar bijv. van 50—130 c.M.

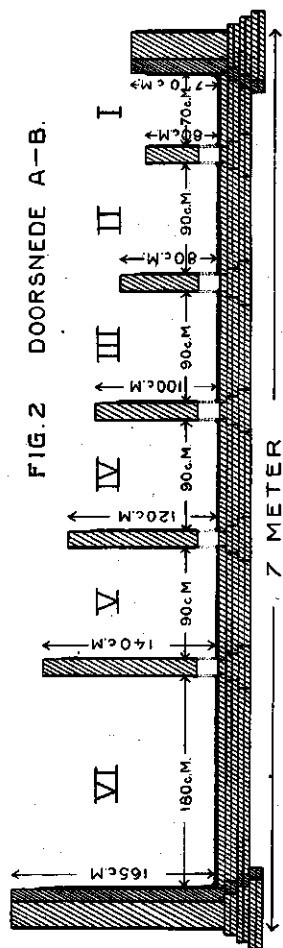
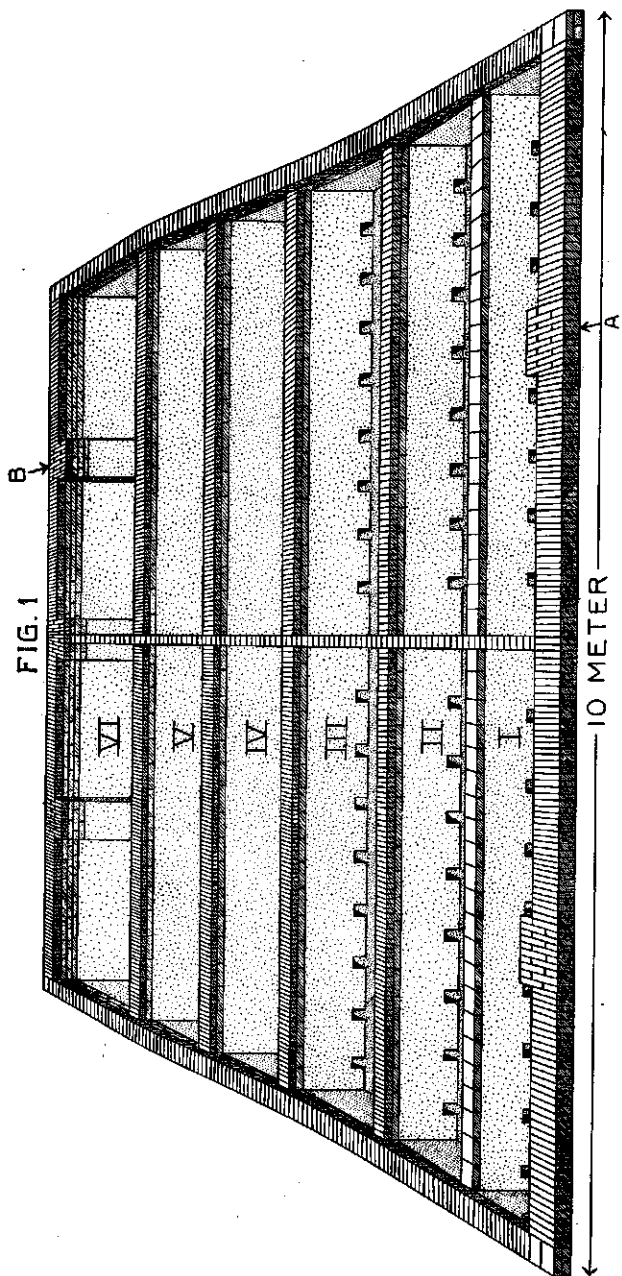


Fig. 1. Gezicht vanaf de voorzijde boven op den Terrasbak, die in het terrein ingezonken ligt. Verklaring in den tekst.
 Fig. 2. Verticale doorsnede (A-B) met aanduiding van steenlagen en waterdichte cementlaag.

terwijl draineering en verdere aanvulling daarnaar gewijzigd kan worden. De draineerlaag zal dan ook veel lager moeten zijn, want liet men boven de waterspiegel nog veel grind en grof zand aanbrengen, dan zou er geen voldoende water in de teeltlaag opstijgen. Wil men dien grondwaterstand over den geheelen bak aldus nog wijzigen kunnen, dan kan men in vak I op verschillende diepten uitstroomopeningen doen aanbrengen, terwijl die, welke onder water komen te liggen, dan 't beste met groote rubberstoppen worden afgesloten. Voor een goede afsluiting is 't gewenscht, dat men een looden of ijzeren pijp in het metselwerk laat bevestigen.

De voorste afdeeling (I), het slootje, is tevens te gebruiken voor waterplanten, wieren enz., waarvan men voorbeelden voorhanden wil hebben.

Men kan de linker- en rechterhelft voor verschillend soort waterplanten gebruiken door den bodem van de eene bijv. met zand, de ander met klei te vullen of de eene kalkrijker, de ander humusrijker te maken.

Vak II, waarvan 't oppervlak nauwelijks en III, dat slechts ± 20 c.M. boven 't water uitkomt, wordt ten deele gebruikt voor moeras- en veenplanten; in de linkerhelft van III is turfstrooisel met mest op de zandlaag aangebracht, in de rechterhelft een laag van 20 c.M. klei boven 't zand. Wij gebruiken de afdeeling IV tot VI thans uitsluitend voor Hyacinthen-culturen met verschillende grondwaterstand. Bovendien voor vergelijking van verschillende grondsoorten bij eenzelfde waterstand door een der vakken bijv. V met schotten nog weer onder te verdeelen. Hierop komen wij echter in een later artikel nog terug.

Eenige bijzonderheden omtrent de constructie.

De meeste gegevens zijn voldoende uit de figuren te zien. De bak bestaat uit gemetselde steenen (miskleurige klinkers in Portland-cement). De bodem is vijf steenlagen dik, de buitenmuur één steen (22 c.M.), de tusschenmuren een halve steen, terwijl al deze staande muren met versnijdingen (met verbrede voetstukken) op den grond rusten en in den bodem gemetseld liggen. De lengtemuren van 10 M. zijn door den middenmuur reeds gesteund, maar bovendien nog door steunsels, welke in Fig. 1 en 2 zijn aangegeven. Dit is vooral noodig om bij het leeg staan van den bak den druk van den buitengrond over een lengte van 5 M. te kunnen weerstaan. Alle muren zijn afgedekt met een rollaag van steenen op hun kant, en wel van genuanceerden steen in aansluiting met 't gebouw. Is de bak gevuld, dan zijn alleen deze steenen te zien. De geheele bodem en alle wanden

zijn voor de waterdichtheid afgesmeerd met één deel Portland-cement en twee deelen zand, met daarover een laagje van klare Portland-cement tot op ten hoogste 1 M. van den bodem.

Bovendien is de buitenmuur nog rondom afgesmeerd met dezelfde Portland-cementspecie. De miskleurige klinkers, waaruit de bak is opgemetseld, zijn in 't bijzonder geschikt voor dit doel, daar ze zeer weinig poreus zijn. Over 't algemeen is bij een dergelijke waterdichte bak wellicht de voorkeur te geven aan constructie uit steen, daar bij beton indien er in de waterdichte cementlaag eenmaal een scheurtje bestaat, het water door het grind- en ijzerrijke beton naar 't mij voorkomt lichter nog een doorgang vindt.

De bak is thans twee jaar in gebruik en volkomen waterdicht gebleven.

III. DE HYACINTHENBAK EN EEN SCHEMA VOOR EEN HYACINTHENKAS.

(Zie Fig. 3, 4, 5 en 6).

Na de ervaringen opgedaan bij den terrasbak besloten wij nog een specialen bak voor cultuurproeven met Hyacinten te doen bouwen. Deze werd ingericht met een vasten grondwaterstand op 60 c.M. beneden het plantoppervlak.

De constructie uit gemetselden steen is voldoende uit de afbeelding te zien en verder in beginsel gelijk aan die van den terrasbak.

De inrichting is nu eenvoudiger. De geheele waterdichte bak is \pm 10 M. lang en ruim 3 M. breed; 2 steenmuren over de breedte en 2 overlansche muren verdeelen het geheel in een middenslootje van 50 c.M. breedte en verder 6 perken elk van 3 M. lengte en 1 M. breedte. De muren zijn 1 M. hoog, het slootje is tot 40 c.M. hoogte met water gevuld, terwijl een uitstroomopening een te hoogen waterstand verhindert. Intusschen kan 't water desgewenscht ook hooger gezet worden door deze opening met een rubberstop af te sluiten. De verschillende tusschenmuren zijn weer op den bodem van de noodige openingen voorzien, zoodat 't water onder de beddingen kan komen.

Deze zijn gedraineerd met 25 c.M. grof puin en enkele c.M. grof grind en fijn grind, waarop de zandlaag volgt. Bij vorst is 't gewenscht niet alleen de bedden zelf te dekken, maar ook het slootje, daar anders de kou te veel in de muren trekt. Op den bodem van het slootje is bovendien een afvoerbuis met kraan

door den staanden muur aangebracht om het geheel te kunnen laten leegloopen.

Dergelijke bakken voor Hyacinthenculturen zijn geschikt in hooge streken en daar, waar men voor proefnemingen zeker wil zijn van een vasten grondwaterstand. Dezen overigens eenvoudigen bak heb ik hier beschreven omdat volgens dit beginsel in andere formaten bakken zijn te bouwen voor verschillend soort proeven met Hyacinthen, maar bovendien omdat het een aanwijzing geeft voor kas- of warenhuisculturen met Hyacinthen, wanneer men niet beschikt over een natuurlijken grondwaterstand van 50—70 c.M. of wanneer men in die kas geheel onafhankelijk wil zijn van de wisselingen van dien waterstand. Dat laatste zal toch noodzakelijk zijn bij een kas van eenige behoorlijke constructie en in 't bijzonder wanneer men de beddingen op wat hooger temperatuur zou willen brengen, en onafhankelijk maken van de buiten-bodemtemperatuur.

Hierbij geef ik in *fig. 6* een schema, hoe een *Hyacinthenkas* zou kunnen worden ingericht. Het spreekt vanzelf, dat er allerlei praktisch aan veranderd en verbeterd kan worden, terwijl wij op vereenvoudiging aan 't slot nog terug komen. Wij hebben ons voorgesteld een kas juist hoog en ruim genoeg om de planten te kunnen behandelen, maar overigens zoo beknopt mogelijk. Er wordt hier alleen een schema van een dwars-doorsnee gegeven; de lengte van de kas, de entree met al of niet een werkruimte, met een stookruimte of zonder indien men gelegenheid heeft tot aansluiting aan de verwarming van andere kassen, zal ieder naar bevind van zaken inrichten.

De *buiten-mantel* kan bestaan uit een steenen muur tot 60 c.M. boven het buitenterrein, — een loodrechte glaswand langs de zijkanten tot 100 c.M. boven de steenen muren (liefst loodrecht o.a. omdat bij schuinen stand het dak weer hooger zou moeten wezen met 't oog op het looppad binnenin), — een glazen bovendak, dat naar de nok toe slechts weinig behoeft op te loopen tot 180 c.M. boven het terrein. Het glazen dak kan op de buiten- en binnenmuren door loodrechte T-ijzers zoo veel steunpunten krijgen als noodig is. Er is veel voor te zeggen de staande, zoowel als de liggende glazen wanden geheel of voor een groot gedeelte te laten bestaan uit een geraamte bijv. van hoek- of T-ijzers en verder uit afneembare ramen, die in de sponningen op een of andere wijze vast gezet kunnen worden. De bovenste reeks ramen kan met de houten randen heengrijpen over 't hout van de daaronder gelegen ramen voor 't afloopen van 't regenwater.

Bij zonniger weer is 't dan mogelijk een zeer groot gedeelte

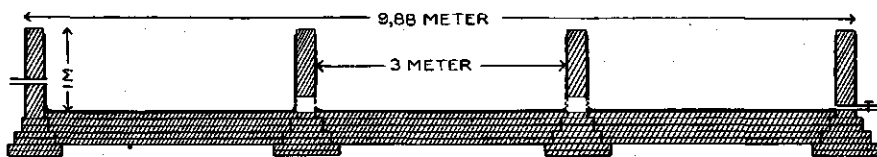
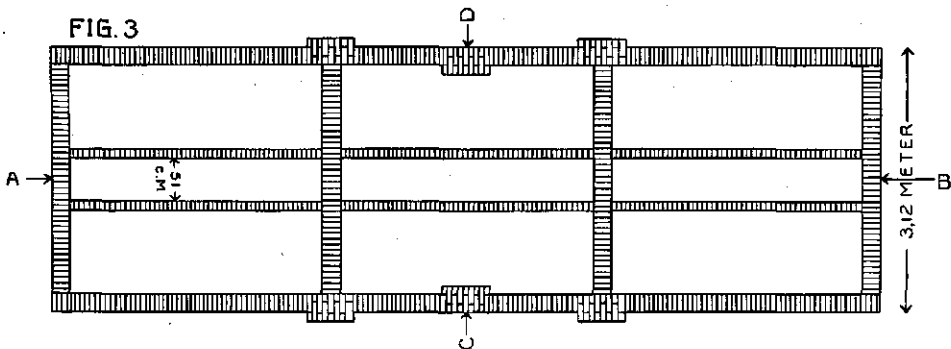


FIG. 4

DOORSNEDE A-B.

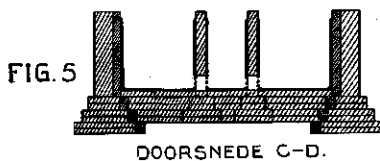


FIG. 5

DOORSNEDE C-D.

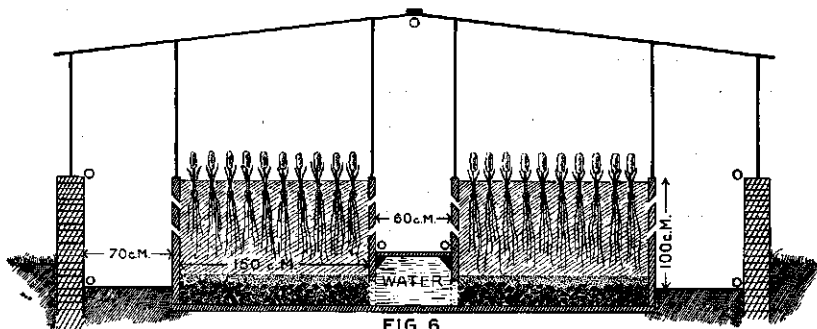


FIG. 6

Fig. 3—5. Hyacinthenbak met lengte- en dwars-doorsnee.
 Fig. 6. Schema voor een Hyacinthenkasje in dwars-doorsnee.

van de kas open te leggen om te sterke stijging van de temperatuur te voorkomen. Midden in den zomer, in de volle assimilatieperiode kan men dan desgewenscht door 't afnemen van alle ramen de cultuur in de vrije lucht voortzetten.

Het midden van de kas wordt ingenomen door een *waterdichten bak*. Men kan dezen doen metselen zooals hierboven is aangegeven of ook — om met smaller wanden te kunnen volstaan — van beton doen maken. Men zal dan echter goed doen de verantwoording voor de waterdichtheid en tegen 't ontstaan van scheuren gedurende een paar jaar aan den aannemer bij contract over te laten. Die waterdichte bak is verder voorzien van twee overlangsche muren, die op zich zelf niet waterdicht behoeven te zijn aangestroken. Daardoor wordt 't geheel verdeeld in twee beddingen, elk bijv. 150 c.M. breed en een middengedeelte, dat ongeveer 60 c.M. wijd kan zijn. In de verschillende wanden van de beddingen worden luchtgaten aangebracht, bijv. in 2 rijen op 20 en 40 c.M. van af den bovenrand. Ik kan aanbevelen deze luchtgaten, evenals wij dit in ons laboratorium bij de tabletten hebben gedaan, in vrij groot aantal in betonnen wanden te doen aanbrengen en wel door in de beton scheefloopende gaten te sparen. Die gaten loopen dan vanuit 't tablet scheef naar boven zoodat er nooit aarde naar buiten valt (zie de figuur).

Het middengedeelte van 60 c.M. wijdte wordt als een smal *middenpad* aangewend. Daarvoor moeten in de beton steunsels of ijzeren lijsten worden vastgezet op terreinhoogte. Op deze steunsels komen ijzeren roosters of gewapende betonnen tegels of houten planken te liggen. De geheele waterdichte bak, behalve onder dit middenpad wordt weer gedraineerd met puin en grind tot ongeveer 30 à 40 c.M. van den bodem; de twee overlangsche muren zijn op den bodem weer van de noodige toestroomopeningen voorzien, \pm 20 c.M. hoog. Het water wordt toegevoerd in de smalle ruimte onder het middenlooppad, waaronder dus een slootje zich bevindt, waarin 't water tot ongeveer 40 c.M. hoogte wordt gehouden. Zijn dan de tabletten verder met zand gevuld, dan beschikt men dus over een grondwaterstand op \pm 60 c.M. diepte beneden de oppervlakte.

In de figuur zijn tevens eenige buizen aangegeven waarmee de kas verwarmd kan worden. Men kan natuurlijk het aantal daarvan al naar de speciale eischen uitbreiden of verminderen. Wil men de beddingen zelf nog extra verwarmen, dan kan men het beste doen de buizen met het warm water niet direct in het vochtige zand te leggen, maar ze met een wijdere buis van metaal of met rioolpijp te omgeven. In de meeste gevallen zal echter de omgevende lucht reeds voldoende voor een matige verwar-

ming van de beddingen zorgen, in 't bijzonder wanneer men zooals hier de beddingen hoog boven den grond in de kas doet uitsteken en de verwarmingsbuizen ook beneden langs den voet der tabletten laat leggen. Het plaatsen van verwarmingsbuizen in de beddingen op vrij groote diepte doet ook veel warmte verloren gaan, terwijl zij hooger geplaatst dus in de zone waar ook de wortels zich ontwikkelen wellicht schade aan deze toe-brengen.

De zijpaden zijn met opzet ± 20 à 30 c.M. lager gelegd; daardoor toch behoeft het glasdak hier niet hooger te zijn, dan voor de Hyacinth noodig is, terwijl men er toch voor de werkzaamheden nog behoorlijk kan loopen; maar bovendien kan dan bij het gebruik van verwarmingsbuizen de bedding nog beter profiteeren van de verwarmde kasruimte.

Op deze wijze meen ik dat de kas het meest geschikt is voor 't nemen van proeven en voor meer zorgvuldige behandelingen, die bij de cultuur eveneens voorkomen. Men heeft dan zooveel mogelijk de groeivoorwaarden in de hand, zonder al te kostbare speciale maatregelen. Men kan zich natuurlijk afvragen of 't geheel minder kostbaar, met minder materiaal kan gebouwd worden. Zoo zou men b.v. de beddingen direct tegen de buitenmuren kunnen plaatsen. Veel wint men hier niet mee, want voor de behandeling kunnen die buitentabletten dan slechts ± 75 c.M. breed zijn, en voor een zelfde plantoppervlak moeten dan nog weer een middentablet van 150 c.M. breedte en 2 looppaden worden aangebracht. Daarmee wordt dan het waterdichte gedeelte bovendien vergroot en men heeft 't nadeel, dat de omstandigheden door den invloed van den buitenmuur en 't dicht plaatsen bij de ramen niet zoo goed zijn te beheerschen en niet zoo gelijkmatig verdeeld zijn. Wel zou eenige vereenvoudiging zijn aan te brengen, wanneer men de tabletten afzonderlijk als waterdichte bakken laat construeeren en men de aanvulling van 't water voor den vasten grondwaterstand niet door middel van een gezamenlijk slotje bewerkt, maar door op verschillende plaatsen in 't tablet kokers te doen metselen of enkel rioolpijpen te plaatsen tot tusschen het draineerende puin en daarin het water geregeld op den gewenschten stand te houden. Dit is ook toegepast bij het wortelhuis, zooals uit de volgende beschrijving zal blijken.

Beschikt men over een vrij hoogen natuurlijken waterstand, die niet te veel varieert, bijv. 50 — 80 c.M. beneden het grondoppervlak en is 't niet te doen om een zeer nauwkeurige beheersching van warmte en waterstand, dan kan 't geheel natuurlijk eenvoudiger zijn. Men behoeft dan geen waterdichte beddingen

te hebben, en kan het natuurlijke grondwater bijv. door rioolbuizen geregeld doen toevloeien tot onder in de draineerende laag. Het zal in dit geval toch gunstig zijn van een draineerlaag en rechtstreeksche watertoevoer van buitenaf gebruik te maken, en niet zonder deze maatregelen zoo maar te vertrouwen, dat ook bij deze cultuur onder glas het bodemwater van zelf wel zal worden aangevuld evenals bij de hyacinthenbedden buiten, want door de hooge temperaturen zullen de planten zoowel als 't grondoppervlak door verdamping waarschijnlijk meer water kwijt raken, terwijl de natuurlijke toevoer onder den buitenmuur en platgetreden paden op den duur wel minder gemakkelijk zal plaats vinden.

Beter zal 't dus echter zijn voor een goede beheersching der omstandigheden de kas ongeveer in te richten zooals hierboven werd beschreven, terwijl 't in hooger streken zelfs noodzakelijk is voor dien grondwaterstand te zorgen.

IV. HET WORTELHUIS.

(Zie Fig. 7, 8, 9 en 10).

Voor onderzoekingen over den groei en de ontwikkeling van 't wortelstelsel en vooral voor een overzichtelijke demonstratie daarvan hebben wij een „wortelhuis” doen bouwen, waarvan de beschrijving hier volgt.

Over den periodieken groei van een wortelstelsel in den loop van 't jaar en in opeenvolgende jaren is zeer weinig met zekerheid bekend en de gegevens over het jaargetijde, waarin de sterkste groei van 't wortelstelsel van meerjarige gewassen plaats heeft, loopen zeer uiteen. Terwijl wij ons in dit laboratorium o. a. bezig houden met den periodieken aanleg van bladen en bloemen en de periodieke strekking van deze organen en van de stengels, gevoelen wij, dat dit werk zeer onvolledig is, en dat wij geen oordeel kunnen vellen over periodiek optredende verschijnselen, zooals 't intreden of ophouden van sterken groei of het aanleggen van bloem en blad, wanneer wij niets weten omtrent 't gelijktijdig gedrag van 't wortelstelsel, en dus de mogelijke correlatie met 't wortelstelsel ons geheel ontgaat. Hoe belangrijk het verder onderzoek van 't wortelstelsel kan wezen, blijkt o.a. uit de nieuwe onderzoekingen van K. ZIJLSTRA, Versl. Landb. ond. Rijksproefst. XXVI 1922, waardoor zelfs omtrent de meest elementaire gebeurtenissen van het wortelstelsel der graangewassen belangrijke nieuwe gegevens werden aan 't licht gebracht.

Het hier ontworpen wortelhuis zal niet voor elk gewas en voor iedere vraag omtrent 't wortelstelsel geschikt zijn. Er zijn ge-

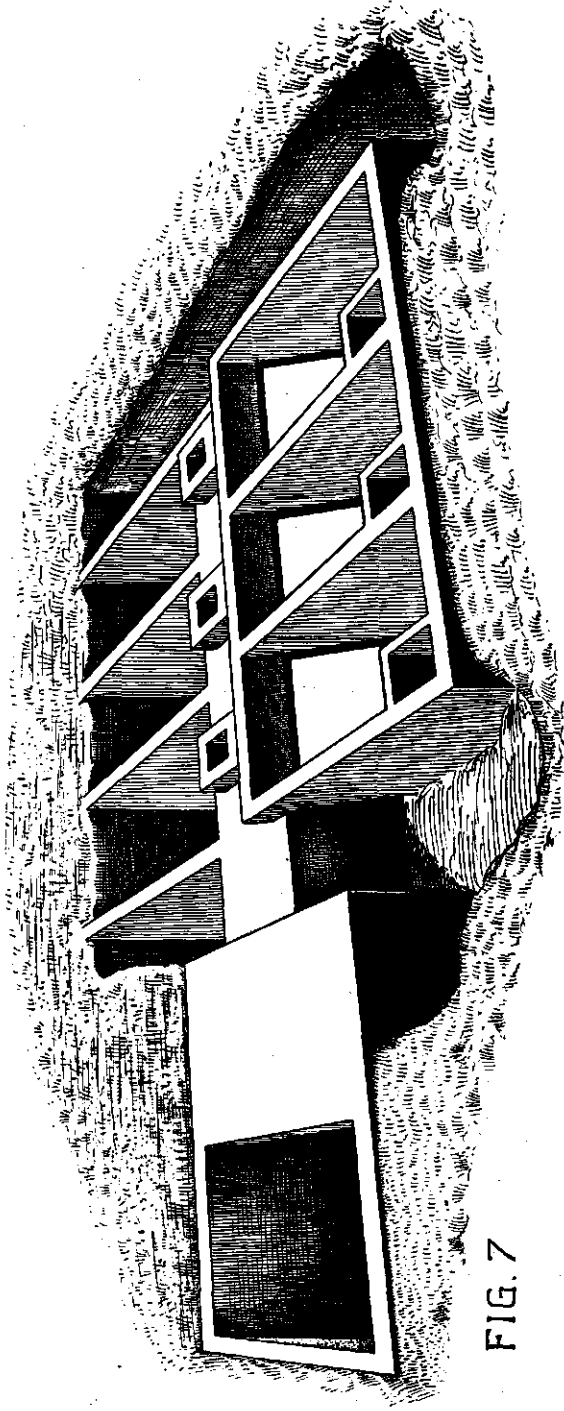


FIG. 7

Fig. 7. Gezicht op het wortelhuis voordat het met aarde werd aangevuld. Links de toegang, rechts de 3 open vakken en de 3 waterdichte bakken, waarin men de spiegelruiten ziet en de kokers voor wateraanvulling.

vallen, waarin waterculturen of geregelde rooiingen de voorkeur verdienen, b.v. wanneer 't wortelstelsel niet geschikt genoeg is om langs den glaswand groeiend, geregeld te worden waargenomen. Aan den anderen kant hebben waterculturen voor ons 't bezwaar, dat 't in de meeste gevallen dan een onnatuurlijke omstandigheid is, waaronder 't wortelstelsel groeit, zoodat wij de gevonden periodiciteit niet met zekerheid kunnen vergelijken met die van stengel, blad en bloem onder normale groeivoorwaarden.

Onderzoek door geregelde rooiingen brengt 't bezwaar mee, dat deze zeer dikwijls moeten geschieden en met een vrij groot aantal exemplaren om statistisch het gevonden resultaat van de opeenvolgende data met eenige vrucht te kunnen vergelijken. De tijd waarop groei reeds ophoudt of weer begint, is dan vaak zeer moeilijk vast te stellen, zoodat men in de data groote fouten kan maken, terwijl bovendien de rooiingen tal van voorzorgen en groote moeite en omzichtigheid vereischen.

Dit bleek ons ook bij een onderzoek over de periode van den wortelgroei van den Kastanje (*Aesculus*), dat de heer P. C. J. MEYS, gedurende ruim een jaar op 't terrein van dit laboratorium uitvoerde en eveneens bij 't vaststellen van de groeiperiode der *Hyacinthenwortels*, waarbij zoowel waterculturen als geregelde rooiingen wel ten deele bruikbaar zijn, maar toch ook hun bezwaren opleveren.

Door deze ervaringen zijn wij er toe gekomen als aanvulling of in sommige gevallen als geheele vervanging voor boven vermelde proeven en als demonstratiemiddel op 't terrein van 't laboratorium in beknopte afmeting een z.g. wortelhuis te bouwen. Collega MAYER had ons vroeger reeds attent gemaakt op een dergelijke inrichting voor demonstratie van wortelgroei bij Prof. KOERNICKE te Bonn en op de wenschelijkheid zulk een inrichting te Wageningen te bezitten. Wij hebben omtrent inrichting en constructie en afmetingen overigens van het inwinnen van nadere inlichtingen afgezien, daar wij toch aangewezen waren op bepaalde eischen voor speciaal onderzoek, en de afmetingen in overeenstemming gebracht moesten worden, met het voor dit doel toegestane crediet.

Het wortelhuis (*zie figuur 7, 8, 9 en 10*) werd geconstrueerd van gewapend beton. Aan de hand van figuur 8, die een horizontale doorsnee op de hoogte van het begin der glaswanden te zien geeft, kunnen wij 't geheel beschrijven. Het bestaat in de 1e plaats uit een toegang (A) 2.10 M. lang en 1.37 M. breed, waarvan de staande wanden een weinig schuin naar buiten

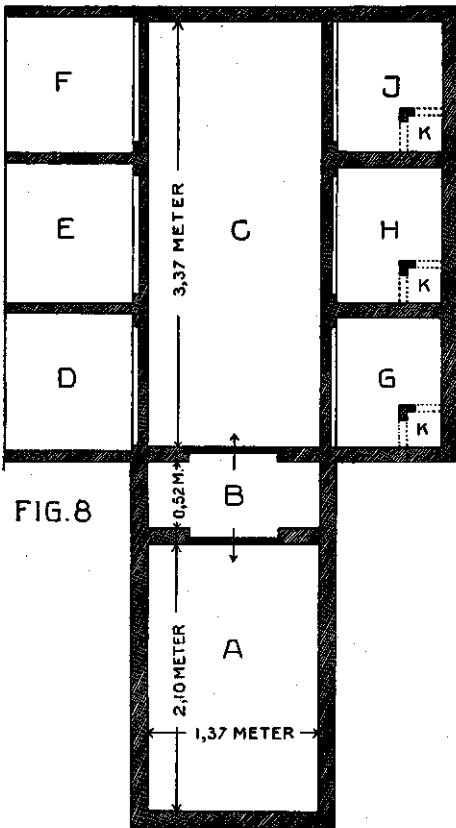


FIG. 8

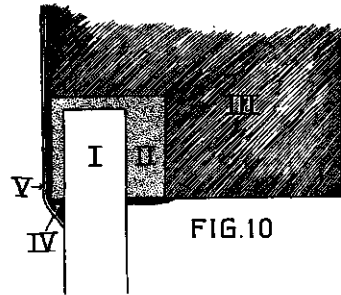


FIG. 10

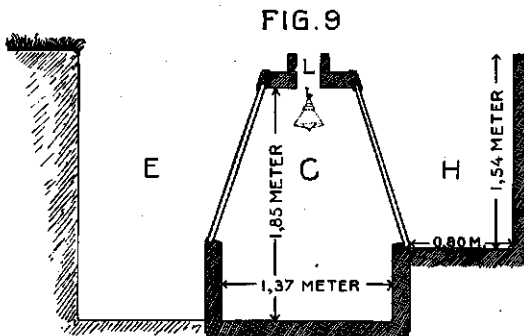


FIG. 9

Fig. 8. Horizontale doorsnee van het wortelhuis ± 60 cm. boven de vloer. Verklaring in den tekst. Fig. 9. Vertikale doorsnee door een der schoorsteentjes. Fig. 10. Waterdichte constructie van spiegelruit (I) in rubberraam (II) in de spanning van het beton (III), dichtgemaakt met een laag massa (IV) en afgedekt met een strook zink (V). Schaal 1 : 3.

hellen, om beter aan den gronddruk weerstand te bieden. De bovenkant is voor de helft door het gewapend beton gesloten. De andere open helft, door welke men met een trap naar beneden daalt, kan door een houten luik met overspringende randen en op rails loopend, regenvrij afgesloten worden. Door dezen toegang is men ± 2 M. beneden het omliggend terrein afgedaald. Deze entree is niet voorzien van een betonnen bodem, daar 't praktischer is voor 't wegzakken van water hier een laag los grind aan te brengen. Daarna komt men door een ijzeren deur in een kleine tusschenruimte (B), die vervolgens door een tweede ijzeren deur, welke naar binnen opendraait, toegang geeft tot de eigenlijke werkruimte (C). Zoowel B als C hebben een betonnen bodem. De ruimte C is 3.37 M. lang, 1.37 M. breed en 1.85 M. hoog. De deuren zijn voorzien van schuifgrendels, welke zoowel van binnen als van buiten kunnen worden bewogen. Daardoor kan men in de binnenruimte zijnde, deze toch goed door sluiting der twee deuren van de buitenwereld gescheiden houden, met 't oog op licht of temperatuur, terwijl 't ook niet mogelijk is, iemand op te sluiten. In den zolder van de ruimte C zijn naar boven toe drie schoorsteentjes aangebracht, waardoor 't mogelijk is eventueel voor luchtverversching te zorgen. Deze openingen kunnen tegen regen en ook tegen de buiten-temperatuur goed geïsoleerd worden, opgevuld door houten klossen, bevestigd aan een met asfaltpapier bekleed plankje dat op en over de randen van het schoorsteentje rust aan de buitenzijde. Deze kamer is bovendien voorzien van electriciteit met twee lampen, die los bevestigd zijn aan een haak in den zolder, zoodat daarmee tevens de wortels achter de glasruiten kunnen worden bekeken. Deze looplampen zijn van metalen reflectorkapjes voorzien. De zijwanden van de ruimten B en C gaan tot een hoogte van 65 c.M. recht omhoog. Vervolgens zijn zij hellend onder een hoek van $\pm 20^\circ$ binnenwaarts.

Aan de buitenzijde van de ruimte C zijn in den linker- en rechterwand 3 openingen gelaten van ongeveer 130×100 c.M. Deze openingen zijn voorzien van een sponning van ongeveer 5 c.M. diepte en 4 c.M. breedte. Daarin rusten op nader te beschrijven wijze de 6 *glasruiten*, waarlangs de plantenwortels moeten groeien.

Aan de linkerkant buiten dit ondergrondse gebouwtje zijn 4 loodrechte wanden geplaatst, gemetseld uit Bim-cementplaten, welke eveneens loodrecht op de zijwanden van 't wortelhuis aansluiten. Door deze afscheidingen zijn 3 vakken D, E en F verkregen, waardoor het mogelijk is de te onderzoeken wortels te doen groeien in verschillende grondsoorten of bij verschillende

bemesting, terwijl men van binnen uit door de glaswanden de eventueele uitwerking op 't wortelstelsel kan waarnemen. Overigens zijn deze bakken niet van een eigen bodem voorzien, daar zij bij grondproeven voldoende diep zijn uit te graven, terwijl wij hier de verdere gesteldheid van den bodem zooveel mogelijk gelijk willen houden aan die van 't omliggend terrein. Maar toen wij zoo ver waren en gezien hadden het gunstig resultaat met den terrasbak voor proeven over verschillende grondwaterstand, rees ook de wensch dit wortelhuis voor nog meer soorten proefnemingen geschikt te maken, zij 't dan ook op zeer kleine schaal. Daartoe werd aan 't wortelhuis ter rechter zijde een stelsel van 3 waterdichte bakken aangebouwd, zooals *figuur 8* deze aangeeft, terwijl *figuur 9* een verticale doorsnee laat zien. Deze waterdichte bakken zijn uit gewapend beton gebouwd, terwijl het betonijzer in de wanden van 't wortelhuis verankerd is. De staande wanden hellen weer iets achterover tegen den terreingrond, de bakken zijn 1.54 M. diep, terwijl de bodem, direct op den zandgrond gestort, een weinig onder de glasruiten gelegen is. In elk dezer bakken is bovendien een betonnen koker in de hoeken ingemetseld, die binnenwerks 30×30 c.M. wijd is. Op den bodem zijn in deze kokers elk 2 ruime poortjes gelaten. Terwijl nu de bakken weer gedraineerd worden met een dunne laag grof puin en grind, ter hoogte van de bovenzijde van deze poortjes, wordt de waterstand in de bakken door bijvoeging op 't gewenschte peil gehouden. Bovendien zijn er 4 openingen in elk der kokers gemaakt, door den buitenwand heen, die weer naar gelang van omstandigheden kunnen worden afgesloten, terwijl zij op 30, 50, 70 en 90 c.M. beneden de terrein hoogte liggen.

Het verdient aanbeveling bij dergelijke in de beton uitgespaarde uitstroomopeningen direct uitvoerpijpjes te laten metselen, omdat men deze beter met een stop kan afsluiten, dan de oneffen gaten rechtstreeks in de beton. Het is nu mogelijk den grondwaterstand in elk der 3 bakken naar keuze op 4 verschillende hoogten te houden terwijl met een weinig moeite en controle wel iedere grondwaterstand vanaf den betonbodem is te bereiken.

Wij willen thans tot slot nog even nader beschrijven de inrichting en bevestiging van de glaswanden. De waterdichtheid van de drie rechtsche bakken ook tusschen het glas en de betonnen sponningen te verzekeren was nog een speciale moeilijkheid. Nadat in een vorig jaar reeds enkele voorloopige proeven waren genomen met zwaar draadglas en gehamerd glas, moesten wij er toe geraken veel kostbaarder dikke spiegelruiten aan te wenden. Collega THAL LARSEN was zoo vriendelijk een bereke-

ning te maken bij welke glasdikte de ruiten onder den gegeven hoek en de maximale te verwachten belasting zonder eenigen twijfel weerstand zouden bieden. Ruiten van 2 c.M. dikte zouden daarvoor zeker voldoende zijn.

Wij hebben toen 6 spiegelruitent besteld van $\pm 2\frac{1}{2}$ c.M. dikte (zie fig. 10) en de randen en hoeken eenigszins doen bijslippen, opdat zij beter te hanteeren zijn bij 't inzetten, en opdat zij niet scherp zouden snijden in de rubber, waarin zij gevat werden. Om n.l. deze zware ruiten in de harde en hier en daar oneffen betonnen sponningen te kunnen leggen zonder gevaar voor breuken en om met het oog op verschillende uitzetting van beide soorten materiaal bij temperatuurwisseling gevaar te vermijden en toch een goede afsluiting te krijgen werden ramen van rubber besteld. De firma MERENS te Haarlem construeerde op mijn verzoek een raamvormige sponning, welke aan voor-, buiten- en achterkant om den glasrand langs alle vier zijden precies aansluitend heengrijpt. Deze rubberramen zijn een halve c.M. dik, behalve naar die zijde, waarheen de ruit zijn druk uitoefent. Aan dezen kant (zie fig. 10), dus tusschen glas (I) en betonwand (III) is de rubber (II) $1\frac{1}{2}$ c.M. dik. Ruiten en ramen op die wijze in de betonnen sponning geklemd, vormen een doeltreffend en zoo noodig iets veerend geheel.

Daarmee was het verband echter aan de rechterzijde nog niet waterdicht. Om dit te bereiken werden rubber, beton en glas aan binnen en buitenkant langs de 4 zijden met een breede laag warm er op gebrachte „massa”¹⁾ (IV) bestreken.

Om een directe aanraking en eventueelen invloed van de mastiek op de natte teeltlaag en de plantenwortels tegen te gaan, werd ten slotte langs de bovenzijde der glasruitent een zinken rand aangebracht, die tot over den mastiekrand heengrijpt.

De bakken zijn thans, najaar 1922, met verschillende grondsoorten gevuld, waarbij ter rechter zijde een zekere grondwaterstand wordt aangehouden. De temperatuur wordt zoowel in het wortelhuis als in den bodem buiten op een bepaalde diepte waargenomen. Uit een vergelijk moet afgeleid worden in hoeverre in het kouder en in 't warmer jaargetijde het betonnen gebouwtje en zijn toegang meer of minder bekleed moet worden, of de bodem bij koud weer meer of minder behoort gedekt te worden, opdat een gelijke temperatuur aan weerszijden van de glasruitent en op eenigen afstand in den bodem bij gelijke diepte is te bewerken.

¹⁾ Isolatie-materiaal uit het electro-technisch bedrijf.

Voor dezen winter zijn langs den boven glasrand Hyacinten van verschillenden leeftijd, Tulpen, enkele Kastanjes en een weinig Winterrogge geplaatst om daarmee de eerste ervaringen op te doen, omtrent de bruikbaarheid van het gebouwtje en de beste methode van meting der wortels door het dikke glas heen.

Over deze wijze van meten zullen wij pas later bij 't beschrijven van proefnemingen nadere mededeelingen doen.

De teekeningen voor deze publicatie zijn vervaardigd door den heer B. J. VAN TONGEREN.

De drie hier beschreven constructies zijn uitgevoerd door de aannemers H. en A. HAAR te Wageningen.

November 1922.

SMALL BUILDING-CONSTRUCTIONS FOR PHYSIOLOGICAL CULTIVATION-EXPERIMENTS.

(SUMMARY)

On the grounds of the new Laboratory for Research in Plant-physiology of the Agricultural University at Wageningen some small constructions were erected with a view to experiments which cannot be made in the smaller space of a laboratory on such a scale that the results would also have a satisfactory value for the plant as a cultivation-product. From the annexed architectural sketches the arrangement and intention of those constructions may be satisfactorily derived with the aid of the following short explanation.

A *Terrace-cistern* (see fig. 1 and 2) has been constructed for the research into the influence of various heights of the ground-water on special cultivated plants. We particularly thought of the Hyacinth, which does not thrive but at a great height of the ground-water and consequently cannot be cultivated on high ground for experimental purposes without special provisions. The terrace-cistern is a large watertight brick box, divided by 5 walls placed lengthwise into 6 longitudinal parts. The walls are getting higher from the front to the back. At the foot the walls are provided with many apertures. In the front part the water rises till 60 c.M. above the bottom. The remaining parts (2—6) are being drained with 20 c.M. coarse rubbish, 10 c.M. coarse gravel and next 10 c.M. fine gravel, which is succeeded by coarse river-sand. The water is raised to the same level as in part 1 up to the end of the cistern. Superfluous water flows off through an outlet in this front division. While part 1 is also used for growing aquatic plants, part 2 and 3 may be employed for marsh-plants or already for special experiments. The remaining parts are used for cultivation-experiments, in our case they are usually planted with Hyacinths. The successive terraces lie 20, 40, 60 and 80 c.M. above the waterlevel. The height of the water however may also be taken lower by keeping the water in part 1 on a lower level. Results of experiments will be communicated later on, while with respect to the technical part of these constructions this paper will be referred to.

The *Hyacinth-cistern* (fig. 3, 4 and 5) has after the experiences with the Terrace-cistern been constructed for experiments with the Hyacinth at a fixed ground-water-level at a depth of 60 c.M., which height however can be modified. The cistern is divided in 3×2 beds of 1×3 M.

and a depth of 1 M. Between the three beds to the left and to the right is a ditch, in which the water is kept up to a fixed mark, while through apertures in the walls it can flow back into the draining layer, which is put at the bottom of the beds in the same way as with the terraced-cistern. The six beds of 1×3 M. therefore have the same waterlevel, but may for instance be filled with different kinds of soil in order to ascertain their effect on the plant in perfectly identical circumstances.

Besides in fig. 6 we give a vertical diagram of a *Hyacinth-Hothouse*, schematically designed. The illustration satisfactorily shows, how we might imagine the culture of Hyacinths for special purposes in a hothouse. According to the same principle they are furnished with the fixed and necessary height of the groundwater.

That with such precautions the cultivation of Hyacinths succeeds as well as in the special bulb-district, experience with the above-mentioned cisterns has proved us satisfactorily, though on a small scale.

The *Root-house* (fig. 7—10) was built for the observation and demonstration of the growth of root-systems. This means of measuring the growth of roots and stating the periodical phenomena of the root-system should be considered a supplement of what might be partly learned from regular diggings or water-cultures. Neither shall all plants be fit to be studied with respect to their root-systems by having their roots grow against a sloping glass-wall. In other cases however this way of growing is more normal than in employing water-cultures. And seeing that in this laboratory we are specially occupied with the periodical growth and disposition of leaf, flower and stalk we should also know the simultaneous behaviour of the roots if possible in natural circumstances in order to get a proper judgment on the correlation of these organs.

The root-house is built of ferro-concrete and isolated from the outer-world as much as possible by a separate entrance-hall (provided with a shutter) and next two iron doors. The inside is provided with electric light. Ventilation occurs through three small chimneys, which as a rule are air-tight. The side-walls of this internal part slope at an angle of $\pm 70^\circ$, while on either side three plate-glass panes, each measuring 95 c.M. \times 130 c.M. rest in rabbets in the concrete.

These plate-glass panes are $2\frac{1}{2}$ c.M. thick, the sides are polished; they are set in rubber frames specially made to prevent the panes from directly touching the concrete and fasten them somewhat elastically in the concrete rabbets (see fig. 10). To the left perpendicular to the outside of the Roothouse 4 vertical walls made of cement plates have been placed; consequently there are three separate divisions, each opposite to one of the plateglass panes. These divisions may be filled with different kinds of soil in order to compare their influence. On the other side three concrete watertight cisterns have been built connected with the root-house. Along the edges of the panes a broad layer of mastic has been put on between and over the glass, the rubber and the concrete. In this way the cisterns are watertight, so that it is possible to make experiments here on the influence of different heights of the groundwater on the root-system, which may be measured from the inside. These cisterns are drained in the same way with rubbish and gravel. The water is kept up to the mark by means of a separate square shaft, walled in in the corner of each cistern. A zinc border along the top of the panes covers the mastic strip, to prevent a possibly bad influence of this.

This is the first time (autumn 1922) we have planted the cisterns along the upper part of the panes with Hyacinths of various ages, with some Tulips, some Horse-Chestnuts and a little Winter-rye. Communications on the way of measuring the growth of roots will follow after experiments have been made.