DE RIJSTPLANT

I

Eene anatomische beschrijving der rijstplant

DOOR

Dr. J. VAN BREDA DE HAAN.

BATAVIA
G. KOLFF & Co.,
1911.

Pe Ind
5.1

DE RIJSTPLANT

I

Eene anatomische beschrijving der rijstplant

DOOR

Dr. J. VAN BREDA DE HAAN.

BATAVIA
G. KOLFF & Co.,
1911.

VOORBERICHT.

Reeds eenigen tijd geleden was het voornemen opgevat een monographie te publiceeren over de rijstplant en hare cultuur op Java. Hierin zoude niet alleen een beschrijving dezer cultuurplant zelve en harer cultuurmethoden worden opgenomen, maar ook een beschrijving der grondsoorten voor deze cultuur op Java gebruikt voor de rijstcultuur, de ziekten en plagen der rijstplant en een overzicht van den grond en het irrigatiewater in samenhang met de rijstcultuur.

De bewerking der verschillende rubrieken zoude geschieden door de ambtenaren verbonden aan het Proefstation voor Rijst, met medewerking van andere ambtenaren aan het Dept. van Landbouw verbonden.

Door verschillende omstandigheden kon tot dusverre aan de uitvoering van bovenstaand plan in zijn geheel nog geen gevolg gegeven worden. Ten einde echter niet langer te wachten met de publicatie van die gedeelten der monographie welke reeds gereed zijn, zullen deze als afzonderlijke mededeelingen verschijnen onder een algemeenen titel „de Rijstplant”.

*de Chef van het Proefstation
voor Rijst c. a.*

J. VAN BRED A DE HAAN.

Inspecteur Inl. Landbouw.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
BHL-SIL-FEDLINK

DE VRUCHT.

A. De Kafjes.

De rijstvrucht is besloten binnen een viertal bladachtige schubjes de z g. kafjes (fig. 1 en 2) welke worden onderscheiden in twee buitenste of *kelkkafjes* en twee binnenste of *kroonkafjes*.

De kelkkafjes (fig. 2 kl.) zijn meer of min vliezig en weinig stevig gebouwd. Nu eens zijn zij slechts enkele millimeters lang zoodat zij nagenoeg onzichtbaar zijn, terwijl zij bij andere rijst-varieteiten daarentegen een aanmerkelijke grootte bereiken en zelfs grooter kunnen zijn dan de kroonkafjes (fig. 4 kl.).

Uit hun vorm en de wijze van inplanting op de centrale as blijkt reeds de bladachtige natuur der kelkkafjes. Deze openbaart zich nog duidelijker, wanneer zij door een of andere oorzaak zich niet normaal ontwikkelen, maar zich vergrooten en vergroenen. Zij groeien dan door en blijven de groene kleur, die zij anders slechts in hun jeugd vertoonen, behouden. Zij gelijken dan geheel op kleine bladen (fig. 3).

De twee kroonkafjes (fig. 2 kr.) zijn steeds goed zichtbaar en sluiten onmiddellijk tegen de vrucht aan. Men kan hen naar de plaats van hun inplanting onderscheiden in het *onderste kroonkafje* en het *bovenste kroonkafje*. De inplanting dezer kafjes op de bloemas is tegenovergesteld, in overeenstemming met den algemeenen bladstand bij de rijstplant.

De kroonkafjes verschillen onderling in grootte, het onderste is steeds aanmerkelijk grooter dan het bovenste, ook verschilt het aantal der nerven bij de twee kroonkafjes. Bij sommige rijst-varieteiten is het onderste kroonkafje voorzien van een z. g. kafnaald (fig. 1 kf.). De rijstvarieteiten waarbij het onderste kroonkafje, in zoodanigen kafnaald eindigt, noemt men *behaarde* of *benaalde*, in tegenstelling van de *onbehaarde* of *onbenaalde*

rijstvarieteiten. Ziet men nauwlettend toe, dan vindt men bij het bovenste kroonkafje eveneens een klein toegespitst uiteinde, dat echter veel korter is dan de kafnaald van het onderste kroonkafje. Hoogst zelden vindt men dat *beide* kroonkafjes een goed gevormden kafnaald dragen.

De kafnaalden kunnen zeer verschillen in lengte, men vindt zelfs bij vruchten van een en dezelfde aar verschillen optreden (fig. 1, 5, 6.). Zoo zijn er rijstvarieteiten waar de kafnaald 6 à 7 centimeter lang is, terwijl bij andere varieteiten de lengte ter nauwernood 1 centimeter bedraagt.

Bij de onbehaarde rijstvarieteiten is de kafnaald van het onderste kroonkafje nauwelijks zichtbaar als een verlengstuk aan den top van het kafje (fig. 6).

De kleur van de kafnaalden varieert van stroogeel tot donker-roodbruin en is meest typisch voor een bepaalde rijstvarieteit.

Op de oppervlakte van de kafjes komen twee soorten van haren voor, en wel korte tweecellige haren welke over de geheele oppervlakte verspreid voorkomen en zoowel de binnen-vlakte der kafjes bedekken, als de buitenoppervlakte en eveneens op de kafnaalden worden aangetroffen.

De andere soort van haren, welke zich kenmerkt door grootere lengte en een stevige wandverdikking, waardoor zij meer op stekels gelijken, vindt men in geringer getal. De oppervlakte der kafjes doen zij ruw aanvoelen.

Evenals de kelkkafjes zijn ook de kroonkafjes vervormde blad-achtige organen. Het normale blad van de rijstplant, bestaat uit twee deelen, een onderste gedeelte, de *bladschede* en het overige deel de *bladschijf*. Nu is bij nagenoeg alle bladachtige organen van de rijstplant, ook al zijn zij vervormd, steeds de bladschede nog aanwezig, terwijl de bladschijf òf geheel verdwenen is, òf zoodanig van vorm is veranderd, dat er moeilijk meer een blad uit te herkennen is.

Het eerste geval doet zich voor bij de kelkkafjes, waar alleen de bladschede is overgebleven, bij de kroonkafjes is eveneens het kafje zelve, de eigenlijke bladschede, terwijl de kafnaald de vervormde bladschijf is.

Tracht men van een rijpe rijstvriucht de kroonkafjes te verwijderen, dan bemerkt men dat zulks lastig gaat zonder de kafjes stuk te scheuren. Met het ongewapende oog is het moeilijk de oorzaak hiervan na te gaan, maakt men echter een dwarsdoorsnede door de kafjes op zoodanige wijze, dat de randen der kafjes horizontaal worden doorgesneden, dan blijkt bij zwakke vergrooting, dat de randen der kafjes zijn omgekruld en in elkander gerold (fig 7.) Hierdoor zijn deze randen der kafjes zoo stevig aan elkander bevestigd, vooral in drogen toestand, dat zij slechts met eenige kracht van elkander zijn los te maken.

De anatomische bouw der kelkafjes steemt in hoofdzaak overeen met die der kroonkafjes, wij kunnen ons er dus toe bepalen dezen laatsten meer in bijzonderheden na te gaan (fig. 9). Aan de buitenzijde wordt het kafje bedekt door de opperhuid (fig. 9 ep) uit regelmatig verloopende cellenreeksen bestaande, die zich door hun verdikte wanden kenmerken. De zijwanden dezer cellen zijn, waar zij tegen elkander grenzen, eigenaardig getand (fig. 10). De tandjes van de tegen elkander gelegen cellen, grijpen in elkander en zijn op deze wijze de cellen stevig aan elkander bevestigd. Op de buitenoppervlakte vindt men, eveneens in regelmatige reeksen, tusschen de zoo juist beschreven cellen de reeds vroeger genoemde, stijve eencellige haren (fig 9 s), waarvan de wand zoodanig is verdikt, dat er nagenoeg geen inwendige holte meer is overgebleven. Aan de binnenzijde van de kafjes bestaat de opperhuid uit nagenoeg gelijk en gelijkvormige zeskantige cellen met dunnen wand, of uit cellen welke meer in de lengte zijn gestrekt, waartusschen hier en daar huidmondjes verspreid staan.

Bij een dwarsdoorsnede door de kafjes (fig. 9) onderscheidt men aan de buitenzijde beginnende:

a. de opperhuid of epidermis, (fig. 9 ep.) bestaande uit de zoo even reeds vermelde sterk verdikte cellen. De naar buiten gekeerde wand dezer cellen is verdikt en heeft er zich tevens kiezelzuur in den wand afgezet, de buitenoppervlakte dezer cellen is een weinig gegolfd. Tusschen deze cellen zijn de dikwandige eencellige haren ingeplant, welke zijn te beschouwen als vervormde opperhuidscellen wier wand sterk verkiezeld is.

b. het onderhuidsche weefsel of hypoderm, (fig. 9 h), bestaande uit een driedubbele laag bastvezelachtige cellen, wier lengte-as samenvalt met de lengterichting van het kafje. Ook hier blijft door de verdikkingslagen der wanden, slechts een geringe inwendige holte over. De meeste dezer vezels zijn ongeveer 20 maal langer dan dik.

De buitenste rij dezer vezels, (fig. 10 f. f 1) welke vlak tegen de opperhuid aansluit, blijkt voorzien te zijn van een reeks tandjes, welke juist passen in corresponderende inzinkingen der opperhuidscellen en daardoor deze twee lagen cellen onderling stevig verbinden. Bij een overlangsche doorsnede door het kafje is zulks duidelijk zichtbaar. De dieper liggende vezels ontberen deze tandjes en zijn geheel glad.

c. de parenchym-laag, (fig. 9 p), welke zich meer naar de binnenzijde van het kafje onder het hypoderm bevindt, bestaat uit een laag rechthoekige, los aan elkander verbonden cellen. Zij zijn dunwandig en vormen een parenchymatische weefsellaag van twee à drie cellen dikte. In deze weefsellaag verloopende vaatbundels, wier bouw geheel overeenstemt met de later te beschrijven vaatbundels in stengel en bladeren.

d. de binnenopperhuid of epitheel, (fig. 9 c) die zich aan de binnenzijde van het kafje bevindt en uit een betrekkelijk dunne weefsellaag bestaat.

De epitheel-cellen hebben somtijds een toegespitsten vorm, dan weder zijn zij meer vierkant parenchymatisch. De wanden zijn meest dun en bij de droge kafjes die de rijpe vrucht omgeven samengedrukt. Tusschen deze cellen zijn de korte, dunwandige, meest twee-cellige haren ingeplant en vindt men verder de huidmondjes. Deze laatste bestaan uit twee sluitcellen, terwijl naast elke sluitcel zich één nog wat grootere nevenscel bevindt.

De dunnere randen der kafjes bestaan nagenoeg geheel uit lang gerekte vezels en is het verschil tusschen de weefsellaagen nagenoeg verdwenen, daar alleen de opperhuid en het onderhuidsche weefsel is overgebleven (zie fig. 8).

Bij de droge kafjes, zooals men die bij de rijpe vrucht vindt,

is alle inhoud uit de evenbeschreven weefseldeelen, welke dan afgestorven en verdroogd zijn, verdwenen.

De kafjes vervullen, bij de grasbloem (waartoe ook de rijstbloem behoort) de rol van bloemdek. Bij vele andere planten blijft het bloemdek slechts een zeker deel van het leven der plant of bloem bestaan en valt dan af. De vrucht en kiem worden dan door eigen omhulsels omgeven, welke hen beschermen tegen mogelijke schadelijke invloeden van buiten. Bij de rijst is zulks anders. De zaadkorrel zelve en de kiem is slechts door een dun vliesje beschermd en hebben nu de kafjes de taak de vrucht gedurende zekeren tijd te beschermen tegen schadelijke uitwendige invloeden.

Deze rol van beschuttend orgaan kunnen zij op uitnemende wijze vervullen door de verdikking en verkiezeling van den buitenwand der opperhuidscellen, waarbij de stevigheid van de weefsels zelve en de onderlinge bevestiging der verschillende weefsellagen wordt versterkt door de zijdelingsche tanden waarmede de cellen in elkander grijpen.

Ten slotte zal ook door de wijze waarop de randen van de beide kafjes in elkander grijpen en tesamen een sluitend geheel vormen, de vrucht afdoende beschermd worden (zie fig. 7 en 8).

B. De Vrucht.

Binnen de kafjes besloten, bevindt zich de eigenlijke vrucht, de rijstkorrel (fig. 2 vr.).

Deze is meest langwerpig ovaal, bij sommige rijstvarieteiten heeft de vrucht een meer ronden vorm, terwijl bij anderen de vrucht meer langgerekt is. Vooral deze laatste typen zijn gezocht voor Europeesche consumptie.

Onder aan de korrel vindt men een indeuking waar zich de kiem bevindt (fig. 11 a). Deze is steeds tegenover het onderste kroonkafje geplaatst.

De rijstkorrel uit de kafjes losgemaakt, heeft een glanzende nagenoeg effen oppervlakte. Bij sommige varieteiten komen echter op de oppervlakte duidelijk, in de lengte der korrel verloopende, verhevenheden of ribben voor.

De kleur van de rijstkorrel berust op de kleur van het buitenste vliesje dat de korrel omgeeft, is wit of wel rood of meer zwart (violet). De benamingen van witte rijst, roode rijst en zwarte rijst berusten op deze verschillen in kleur. De laatstgenoemde kleur wordt voornamelijk aangetroffen bij die rijstvarietieten welke behooren tot de groep der kleeфриst-varieteiten.

Bij sommige rijstsoorten laat zich gemakkelijk, bij andere moeilĳk, het buitenste vliesje, *zilvervlies* genaamd, van het binnenste gedeelte der rijstkorrel, de eigenlijke kern, verwijderen. Hierdoor is de eene varieteit van rijst beter dan de andere, geschikt om gepeld en gepolijst te worden.

De bouw van het zilvervlies wordt het best begrijpelijk, wanneer men nagaat op welke wijze dit vlies ontstaat.

Bij de grassen, waartoe ook de rijst behoort, is het vruchtbeginsel zeer eenvoudig samengesteld. Men vindt binnen het vruchtbeginsel slechts één centrale holte, waarbinnen zich het eitje bevindt, dat zijdelings aan den wand van het vruchtbeginsel is verbonden. Na de bevruchting neemt het eitje in omvang toe, daarbij wordt het meer en meer tegen den wand van het vruchtbeginsel aangedrukt en vult ten slotte de geheele inwendige holte van het vruchtbeginsel op.

Daar de wand van het vruchtbeginsel niet in dezelfde mate in omvang toeneemt en dus ook niet de vruchtholte, als het bevruchte eitje, worden de cellen waaruit de wand van het vruchtbeginsel bestaat, uitééngerekt en voortdurend meer samengedrukt. De protoplasmatische inhoud dezer cellen verdwijnt en zij verdrogen tegen den tijd dat het zaad (dat zich nu gevormd heeft uit het eitje) rijp is.

Ten slotte omgeeft slechts een dun vliesje de rijstkern, dat voornamelijk bestaat uit de verdroogde en samengedrukte cellen van den oorspronkelĳken wand van het vruchtbeginsel.

Door de groei echter van het inwendige eitje en de celvermeerdering die daarbij plaats grijpt, worden ten slotte ook de buitenste lagen van het eitje zelve (de eihuid) samengeperst en vormt deze met den evenbeschreven verdroogden wand van het vruchtbeginsel, tesamen het zilvervlies, dat de kern van de zaadkorrel omgeeft.

Het zilvervlies bestaat dus uit twee lagen van verschillende afkomst en wel ten eerste uit hetgeen is overgebleven van den wand van het vruchtbeginsel, en ten tweede uit den wand van het eigenlijke zaad.

Op een dwars-doorsnede (fig. 12) door het zilvervlies ziet men aan de buitenzijde eerst de opperhuid of epidermis, daaronder een laag sterk op ééngedrukte cellen, waarvan alleen de wanden nog zijn te onderscheiden. Op deze laag volgen de z. g. buiscellen, dan weder een dun laagje platgedrukte cellen en ten slotte vrij groote cellen met een tamelijk verdikten wand.

Bij een zeer jonge vrucht, waar de verschillende cellenlagen nog niet opééngeperst zijn, is hun bouw beter na te gaan. Wij zien dan dat de wand van het vruchtbeginsel bestaat (fig. 13), ten eerste uit de zoo even genoemde epidermis, opgebouwd uit platte tafelvormige cellen, daarop volgt een laag parenchymweefsel 6 à 8 cellen dik, welke parenchym-cellen van buiten naar binnen toe in grootte afnemen. Op dit parenchym volgt nu een laag van eigenaardige buisvormige cellen (Schlauch-Zellen) welke bij den jongen nog groenen vruchtwand een dicht aaneengesloten laag vormen. Deze buiscellen zijn ongeveer dertig maal langer dan breed (0.15 mM. bij 0.05 mM.), hebben een dunnen wand en stompe uiteinden. Op deze buiscellen volgt dan weder een opperhuid die uit een enkele, op sommige gedeelten uit een dubbele rij, kleine tafelvormige cellen bestaat.

Op overlansche doorsnede door een jongen vruchtwand, krijgen wij nagenoeg hetzelfde beeld, alleen ziet men dan duidelijker de buiscellen (fig. 14).

Beziet men het droge zilvervlies van de buitenoppervlakte, (fig. 15), dan vindt men eerst een laag platgedrukte cellen, onder deze laag ziet men de buiscellen gelegen. Deze vormen dan echter geen gesloten laag meer, maar zijn uitéengerukt en laten tusschenruimten tusschen zich open (fig. 15). Onder deze buiscellenlaag bevindt zich dan weder een laag van platgedrukte cellen tot de binnen-opperhuid behorende, en ten slotte een laag cellen behorende tot de eigenlijke zaadhuid.

Gelijk reeds gemeld, berust de kleur van sommige rijstvarieteiten in het zilvervlies, de kern toch van de rijst is steeds ongekleurd. Bij roode rijst komt de kleurstof voornamelijk voor in de meer naar binnen gelegen lagen van het zilvervlies, terwijl bij zwarte rijst vrijwel het geheele zilvervlies gekleurd is. Het zijn voornamelijk de celwanden, welke de kleurstof bevatten.

In de eerste plaats bestaat dus het zilvervlies uit den eigenlijken vruchtwand. Men kan deze echter niet van de zaadkorrel verwijderen, zonder dat er ook nog een gedeelte medegaat dat tot de eigenlijke zaadhuid behoort en dus van den wand van het eitje of den zaadknop afkomstig is.

Binnen de zaadknop of het eitje besloten, bevindt zich de eizak of embryo-zak, waarbinnen de kiem voor de toekomstige plant wordt gevormd en tevens het reservevoedsel, dat in het endosperm wordt neergelegd. Bij de bevruchting van de plant is de embryo-zak nog zeer klein, neemt daarna reeds spoedig in omvang aanmerkelijk toe en wordt tevens grootendeels opgevuld door het endosperm. Bij deze veranderingen in de embryo-zak, gaat zich de wand der embryo-zak meer en meer uitzetten naarmate de zaadkorrel rijpt en drukt daarbij het weefsel van den wand der zaadknop samen. Eindelijk is al het losse celweefsel van den wand nagenoeg plat gedrukt en hebben slechts de steviger cellen, die met een eiwitrijken inhoud opgevuld blijven, van den oorspronkelijken opperhuid der zaadknop, nog eenigermate hun vorm behouden. De zaadknop zelve neemt nu voortdurend in omvang toe. Naarmate de vrucht meer en meer haar tijd van rijpheid nadert, wordt dus eerst de wand van den zaadknop tegen dien van het vruchtbeginsel aangedrukt en ten slotte ook weder deze tegen de kafjes platgedrukt, welke alsdan reeds hunne definitieve grootte bereiken.

Reeds vroeger werd beschreven hoe stevig de kafjes gebouwd zijn en hoe door de onderlinge bevestiging van de opperhuidscellen en het onderhuidweefsel (hypoderm), de cellenlagen op hun plaats kunnen worden gehouden. De kafjes kunnen dus een vrij grooten inwendigen druk weerstaan en zijn in elk geval steviger dan de vruchtwand of de wand der zaadknop. Uit deze verschil-

lende platgedrukte wanden, welke geheel verdrogen, ontstaat ten slotte het zilvervlies. 'Daarbij zit het buitengedeelte van den oorspronkelijken wand der zaadknop zoo vast tegen de andere verdroogde weefsels aangedrukt, dat bij het aftrekken van het zilvervlies van de rijstkern, het binnenste gedeelte van dit vlies, de oorspronkelijke wand van de zaadknop, mede wordt weggenomen en men dus alleen de zaadkern of het endosperm overhoudt.

Bij het rijststampen of pellen geschiedt hetzelfde en tracht men het zilvervlies van de korrel te verwijderen.

De eigenlijke kern van de rijstkorrel, door het endosperm gevormd, bestaat uit parenchymatische cellen wier wand zeer dun is. Zij zijn geheel opgevuld met zetmeel.

Het is voornamelijk om dezen inhoud, dat deze cellen zoo belangrijk zijn, daar dit zetmeel in hoofdzaak de voedende bestanddeelen van de rijst vormt.

Het zetmeel van de rijst (fig. 16) bestaat uit de samengestelde zetmeelkorrels. De afzonderlijke enkelvoudige zetmeelkorrels, waaruit deze samengestelde korrel is opgebouwd, zijn veelhoekig (polyedrisch) van vorm. De zijden van de korreltjes, die tegen elkander vastzitten, zijn afgeplat, daarentegen is de zijde naar den buitenkant gericht, meest halfbolvormig.

De samengestelde korrels vallen gemakkelijk uiteen, zoodat men bij het rijstmeel slechts de afzonderlijke korreltjes terugvindt. De grootte van elk enkelvoudig korreltje is 2—10 mikron, elk korreltje heeft zijn eigen kernvlekje.

Het zetmeel heeft de algemeene eigenschap zich met Jodium blauw te kleuren, bij sommige rijstvariëteiten vindt men een uitzondering op dezen algemeenen regel, zoo kleurt zich het zetmeel van de kleefrijst (ketan) o a. niet blauw maar roodachtig met Jodium.

Behalve het zetmeel, komt in het endosperm en vooral in de zaadhuid een weinig eiwit voor in den vorm van ronde aleuronkorreltjes, de buitenste groote vierkante cellen zijn hiermede voornamelijk opgevuld.

Bij het rijstmeel komt slechts zeer weinig kleefstof (gluten)

voor en is dit een der redenen waarom het rijstmeel minder geschikt is voor het bakken van brood e.d.

Bij het rijstpellen wordt de vrucht in den molen eerst ontbolsterd, d.w.z. de kafjes worden verwijderd, verder wordt de rijst gestampt om den rijstkorrel ook van het zilvervlies te ontdoen, zoodat ten slotte bij goed afgewerkte rijst niets anders overblijft dan de zetmeelmasa waaruit het endosperm bestaat, daar bij het stampen tevens de kiem wordt verwijderd. Bij rijst welke lang bewaard moet blijven of wordt geëxporteerd, wordt de zoo gestampte korrel nog afgewreven en somtijds gepolijst met een weinig fijne olie.

Deze laatste bewerkingen hebben voornamelijk ten doel de rijstkorrel voor bederf te behoeden. Niet gepelde rijst, waar dus de kafjes nog ongeschonden zijn, kan lang bewaard worden. Bij het ontbolsteren en het verwijderen van de kafjes wordt echter het zilvervlies op menige plaats beschadigd en verscheurd. Werd de rijst in dezen toestand bewaard, dan zou er gelegenheid zijn voor schimmels e.d. om in de korrel binnen te dringen en vooral in de eiwitrijke buitenlagen van het endosperm en der zaadhuid een welkome gelegenheid vinden om zich te vermenigvuldigen. De korrel zoude in zulk een toestand gemakkelijk aan bederf onderhevig zijn; dit tracht men te voorkomen door de eiwitrijke buitenlaag eveneens te verwijderen. Bij het verwijderen van deze buitenlaag (het zilvervlies) wordt echter tevens een aanzienlijk deel van de voedende bestanddeelen (eiwitten) verwijderd. Daarom ook is de z.g. roode rijst voedzamer dan de geheel afgewerkte witte rijst. De zemelen die den afval vormen bij het rijststampen, zijn dan ook nog zeer voedzaam. Door de vele verdikte celwanden en doordat er meestal nog gedeelten der kafjes die voor 90 % uit kiezelzuur bestaan, bijgemengd zijn, is het echter minder geschikt voor de menschelijke maag.

C. De Kiem.

De kiem ontstaat door verdere deeling en groei van de eicel, nadat de bevruchting heeft plaats gehad.

Door een doorsnede door het midden van een volwassen kiem,

wordt de plaatsing en de onderlinge verhouding der verschillende deelen der kiem duidelijk (fig. 17). Men ziet dan, dicht nabij het midden der kiem, het groeipunt waaruit de stengel en de bladeren zich zullen ontwikkelen. Onder dit groeipunt, dat een halfronde kegel vormt, bevindt zich een recht gedeelte, het hypocotyle gedeelte der kiemplant. Hieraan sluit zich naar onderen toe, de kiemwortel aan, met aan het einde het groeipunt van den wortel. Het groeipunt van den stengel is reeds omgeven door een paar zeer jonge blaadjes, terwijl het geheele bovengedeelte der kiemplant, dus het deel dat boven den hypocotylen stengel zit, is omsloten door een scheede, de kiembladscheede.

De wortel met zijn groeipunt, is eveneens binnen een scheede besloten, welke de wortelscheede wordt genoemd.

Zijdelings tegen de kiem aan en daarmede verbonden door het hypocotyle stengelgedeelte, vindt men een plat schildvormig gedeelte, dat met zijn platte kant vastgedrukt zit tegen het zetmeelrijke endosperm. Naar den eigenaardigen vorm van dit orgaan, heeft men het „het schildje” genoemd. Tegenover het schildje vindt men de epiblast als een tongvormig uitsteeksel. Het schildje vertegenwoordigt bij de kiem en ook later bij de jonge kiemplant, de zaadlob of cotyledon.

De kiem is opgebouwd uit nog jeugdige cellen, welker wand onverdikt is. Tusschen deze cellenmassa in, ziet men den eersten aanleg der vaatbundels, de cellen zijn op die plaatsen meer langgerekt en sommigen reeds voorzien van een spiraalsgewijze verdikking van den wand.

Volgens Celakoswky zoude het schildje gelijkwaardig zijn aan de bladschijf, de kiembladscheede aan het gesloten lipje, de epiblast aan de tegenover de bladvlakte ingeplante vergroeide oortjes van het rijstblad.

De opperhuid van het schildje, die tegen het endosperm aangedrukt zit, bestaat uit langwerpige vierkante cellen, welke dicht tegen elkander zijn aangesloten en een palissadenweefsel vormen (fig. 18).

In den toestand van rijpe vrucht, kan de kiem geruimen tijd

verblijven, zonder eenige verandering. In de normale vrucht blijft echter steeds leven, al is het ook in sluimerenden toestand. Tenzij uitwendige omstandigheden ongunstig inwerken, kan de eerste uiting van dit sluimerend leven, het vermogen om te kiemen, zelfs na geruimen tijd zich weder openbaren, wanneer gunstige omstandigheden zich voordoen.

Voor de uiting van het kiemvermogen of het kiemen, is een zekere mate van vocht en een bepaalde temperatuur noodig.

De kiemingsverschijnselen bij de rijst kunnen in drie tijdvakken onderscheiden worden, t. w.

- 1e. de periode van wateropname,
  - 2e. de periode van het te voorschijn treden van de kiem,
  - 3e. de periode van de strekking van kiembladscheede en groei van den wortel.
- a. De periode van wateropname:

Zoolang de rijstvrucht droog wordt bewaard, verandert zij niet en kan zij jaren lang, zonder gevaar voor de kiemkracht, bewaard blijven. De vrucht komt dan in slapenden toestand. Om echter in dien slapenden toestand te kunnen komen, moet de vrucht goed droog zijn en wordt daarom de rijstvrucht, welke later voor zaaizaad bestemd is, met de meeste zorg gedroogd. Dit geschiedt meest in de zon en heeft dan de rijpe vrucht na een paar dagen nagenoeg al het water verloren, dat kan worden afgestaan.

Bij de wateropname die de kieming voorafgaat, zal eerst de hoeveelheid water, die bij het drogen verloren ging, weder aan de vrucht moeten toegevoerd worden. De kafjes, welke de vrucht omsluiten, zijn weliswaar stevig gebouwd, zulks verhindert echter niet dat zij water doorlaten. Dit gaat zeer langzaam, en is het noodig, dat de vrucht gedurende eenigen tijd in zeer vochtige omgeving verblijft, of in water is ondergedompeld, voor het noodige water tot het binnenste van de vrucht is doorgedrongen.

Dat het voornamelijk de kafjes zijn, die den toevoer van het water regelen en ook te sterke uitdroging tegengaan, blijkt o. a. hieruit, dat wanneer men rijst voorzichtig van de kafjes ontdoet,

zonder het zilvervlies of de kiem te beschadigen en deze korrels in het water legt, reeds na een dag de kiem zich uit de zaadhuid loswerkt, terwijl bij de ongepelde korrels op denzelfden tijd in water gebracht, zulks een paar dagen langer duurt.

De kafjes beletten aan de andere zijde de totale uitdroging der vrucht, en kan het bewijs, dat het voornamelijk de kafjes zijn die hierbij beschuttend werken, o. a. geleverd worden door voorzichtig gepelde korrels boven zwavelzuur te drogen. Na eenige dagen is dan de kiem geheel bros geworden en niet meer vatbaar voor kieming, terwijl ongepelde korrels boven zwavelzuur gebracht, gedurende hetzelfde tijdsverloop hun kiemvermogen niet verliezen.

Wanneer het water in de korrel is doorgedrongen, wordt eerst de diastase opgelost, en actief welke zich in de cellen bevindt. Door deze diastase wordt het zetmeel in een suikerachtige, in water oplosbare stof omgezet, en kan het zich van de eene cel naar de andere begeven.

Dit opgeloste zetmeel wordt verder door de kiem opgenomen waarbij het schildje als absorptieorgaan dienst doet.

In den eersten tijd der kieming is de zaadkorrel nog vast omsloten door de kafjes en wordt op deze wijze de kiem beschermd en het bederf geweerd van de opgeloste zetmeelmasa.

Ten gevolge van de wateropname is nu groei en ontwikkeling in de kiem gekomen en komt deze laatste in de tweede periode van zijn bestaan.

b. De periode van het te voorschijn treden van de kiem.

Verschillende omstandigheden kunnen gunstig werken op de ontwikkeling der kiem; in de eerste plaats is de temperatuur van aanbelang.

Voor elke zaad-varieteit bestaat een bepaalde temperatuur waarbij de zaden het snelst kiemen. Er is getracht dit ook voor rijst na te gaan en daarbij bevonden, dat voor verschillende rijst-varieteiten de beste temperatuur voor het kiemingsproces eenige graden kan verschillen. Zoo bleek b. v. dat voor een varieteit (boeloe itam) de beste temperatuur ongeveer 35° C. was, daarentegen kiemde een varieteit (kleponan) uit Midden Java afkomstig

beter bij 37° C. Wordt de kiemingstemperatuur verhoogd tot 40° C., dan treedt er niet alleen een verlangzaming op van het verloop der kieming, maar blijven ook een deel der korrels ongekield, bij 45° C. kiemt geen enkele rijstkorrel meer.

De beste temperatuur voor de kieming van de inheemsche rijstkorrels, is dus vrij hoog, men moet echter niet vergeten, dat het zaad bij den natten rijstbouw alhier, of nagenoeg geheel aan den directen invloed van de zon is blootgesteld, of slechts met een dun laagje water is bedekt. In het laatste geval krijgt dit water overdag o. a. te Buitenzorg een temperatuur van ongeveer 34° C. terwijl in de lagere kuststreken van Java op de met water bedekte sawahs een temperatuur van 37° C. niet zeldzaam zal zijn. De verschillen in de optimum-kiemings-temperatuur voor de verschillende variëteiten van de rijst zouden zijn te verklaren door een aanpassing aan de verschillende plaatselijke omstandigheden.

Uit het voorgaande blijkt hoe het minder gewenscht kan zijn, een zaadvariëteit naar een andere plaats over te brengen, zonder daarbij rekening te houden met de plaatselijke omstandigheden. Zulks kan toch een aanmerkelijke vertraging ten gevolge hebben van het kiemingsproces en verder van het geheele verloop der ontwikkeling der kiemplant, hetgeen schadelijk kan naverken bij den verderen groei van de plant uit den vreemde overgebracht.

Ook het licht heeft invloed op het kiemingsproces en wel kiemt rijstzaad in het donker gehouden, veel langzamer dan korrels derzelfde variëteit in het licht.

Het jonge kiemplantje begint nu, dank zij de opname van voedsel door het schildje, in omvang toe te nemen, de cellen waaruit het bestaat, gaan groeien, hun inhoud vermeerdert zich en zij strekken zich. Dit heeft alleen plaats bij de kiem zelve, de zetmeelkern zelve neemt niet in omvang toe. Door deze toename in omvang wordt ten slotte zulk een druk uitgeoefend op het zilvervlies, dat de kiem nog bedekt, dat dit springt en ten slotte ook het kroonkafje op de plek, waar de kiem daar tegenaan rust, eveneens openbarst. Het blijkt nu tevens hoe stevig de kafjes onderling door hun ineengekrulde randen ver-

bonden zijn, daar de sterke druk door de groeiende kiem uitgeoefend, niet in staat is hen uitéén te buigen, maar er eerder een barst ontstaat in het kroonkafje.

Nu de kiem te voorschijn is getreden buiten de kafjes, begint de derde en laatste periode van het kiemingsproces, namelijk de groei der kiembladscheede en wortel. De kiemingsverschijnselen en de kiemingstijd zijn als afgelopen te beschouwen, wanneer de plant in staat is, door eigen nieuw gevormde organen zich voedsel te verschaffen. Anatomisch is er dus geen juiste grens te trekken en berust deze veeleer op het optreden van de normale physiologische functies der jonge plant. Zoodra deze laatste zich op de gewone wijze uiten, is de kiemplant overgegaan in de jeugdige plant.

c. De periode van strekking der kiemplant en groei van den kiemwortel.

De eerste uiting van groei bij de kiemplant is de strekking van het hypocotyle stengelgedeelte. Hierdoor wordt de kiemplant meer naar buiten gedrongen en komt ten slotte geheel vrij van de kafjes. Weldra gaat nu de kiembladscheede zelve in de lengte groeien (fig. 19). Het is eene eigenaardigheid dezer scheede, dat zij blijft bestaan uit dunwandige elementen en de groei van dit orgaan slechts voor een klein deel berust op nieuwe celvorming, grootendeels echter het gevolg van celstrekking.

Eerst nadat de kiembladscheede reeds eenige lengte heeft gekregen, ziet men den wortel te voorschijn treden, ontstaan door groei van den kiemwortel die zich aan het groeipunt door celdeeling steeds meer en meer verlengt.

In tegenstelling van de kiembladscheede, welke aanmerkelijk in lengte kan toenemen, blijft de wortelscheede slechts kort en wordt weldra door den wortel doorbroken.

Terwijl bij de meeste grassen op de opperhuid van de wortelscheede vrij lange haren voorkomen, is zulks bij de rijst niet het geval.

De bouw van den kiemwortel welke tot hoofdwortel der plant uitgroeit, zullen wij hier onbesproken laten, daar deze in niets afwijkt van den bouw der later zich ontwikkelende wortels welke beschreven wordt bij het wortelstelsel.

De kiembladscheede is zeer eenvoudig opgebouwd, aan de buitenzijde en binnenzijde vindt men een opperhuid (epidermis) uit vierkante cellen bestaande, in de lengterichting gestrekt. Tusschen deze cellen komen zoowel aan de binnenzijde, als aan de buitenzijde, talrijke huidmondjes voor.

Tusschen deze buiten- en binnen-opperhuid, bevinden zich ongeveer acht lagen parenchymatische veelhoekige cellen eveneens in de lengterichting gestrekt met vrij groote inter-cellulaire ruimten. Verder verlopen in de kiembladscheede twee vaatbundels, in elken bundel is het grootste en wijdeste vat naar de buitenzijde gekeerd en het zeefvat aan de binnenzijde gelegen. Meer naar binnen nog vindt men in den vaatbundel eenig sclerenchym.

De top van de kiembladscheede bestaat eveneens uit parenchymatisch weefsel, met een opperhuid bekleed. Voorloopig blijft de kiembladscheede nog gesloten, alleen vindt men dicht nabij den top een nauwe opening, waaruit later de bladen te voorschijn zullen treden, terwijl van af deze opening de scheede dan verder naar beneden openbarst.

Zoolang de kiemende rijstplant nog met water bedekt is, blijft de kiembladscheede gesloten en de bladeren onzichtbaar.

Het zoude trouwens der plant weinig nut zijn, zoo zij hare groenè bladeren onder water ontplooid, daar deze dan toch niet normaal kunnen functionneeren. De kiembladscheede zelve vervult geen rol bij de assimilatie der plant en bezit geen bladgroen in haar cellen.

Wel komen er huidmondjes voor en staan deze in verband met de intercellulaire ruimten, zij dienen echter voor de gas-uitwisseling (ademhaling) van de cellen der kiembladscheede.

De kiembladscheede vervult hoofdzakelijk de rol van beschuttend orgaan en blijkt dit o. a. hieruit, dat de lengte van de kiembladscheede en de tijd dat deze ongeopend blijft, ten nauwste samenhangt met de hoeveelheid water, welke zich boven de kiemende rijstkorrel bevindt.

Bij lagen waterstand blijft de scheede kort, anders langer. Wanneer men den waterstand te hoog neemt, dan blijft de kiem-

bladscheede voortdurend gesloten en gaat ten slotte de jeugdige plant dood, zonder dat de bladen zich hebben ontplooid. Daarom mag op de kweekbedden niet te veel water staan, wil men een snelle ontwikkeling der jonge plant hebben.

Bij de rijst is de ontwikkeling der kiembladscheede enz. die van den wortel verre vooruit. Voor den groei en ontwikkeling der overige jonge organen welke niet uitsluitend op celstrekking berust, is voedsel noodig. Nu bezit de kiem in het endosperm (de zetmeelkern) een voedselvoorraad waaruit de jonge plant in de periode, dat zij nog niet zich zelfstandig kan voeden, kan putten en zich van de noodige voedingstoffen, en wel in de eerste plaats van koolhydraten, kan voorzien.

Het schildje blijft ook bij de reeds groeiende kiemplant zijn hulp verleen en om dit voedsel uit het endosperm op te zuigen en verder te vervoeren.

Bij de strekking maakt de kiembladscheede verschillende bewegingen, waarvan wij hier slechts de aandacht wenschen te vestigen op de nuteerende beweging van dit orgaan.

Die beweging is echter passief, daar nutatie alleen voorkomt bij groeiende deelen en dus niet bij de scheede zelve kan optreden, alwaar eigenlijk gezegde groei voorkomt. De jonge stengel, binnen de scheede besloten echter nuteert, en doet ten gevolge hiervan ook de top van de kiembladscheede zich bewegen. Deze beweging is vooral van belang voor korrels welke droog uitgezaaid, met grond bedekt zijn, door de nutatie worden de zandkorrels, welke het kiemende zaad bedekken op zijde gedrongen, terwijl de negatieve geotropie, welke aan deze organen tevens eigen is, er voor zorgt, dat de weg naar het licht zoo kort mogelijk zij en dus zoo spoedig mogelijk de gelegenheid worde geboden aan de jonge plant om zijn blad te ontplooiën.

Terwijl de kiembladscheede zich in de lengte strekt, heeft binnen de scheede tevens een verdere ontwikkeling plaats van den stengel en bladaanleg. Ook hier beginnen zich eerst de cellen te strekken en zich dan door celdeeling te vermenigvuldigen.

Binnen de kiembladscheede besloten, vindt men dus reeds de ineengerolde jonge bladen. De kiemwortel treedt eerst later te

voorschijn, de ontwikkeling hiervan houdt verband met het te voorschijn treden der jonge bladen of liever zoodra de jonge bladen aan de plant door assimilatie voedsel kunnen toevoeren, gaat zich de wortel ook zelfstandig verder ontwikkelen.

Wanneer dus op een of andere wijze wordt tegengegaan, dat de plant reeds assimileert, b.v. door de plant met een hooge waterlaag te bedekken, zoodat de kiembladscheede heel onder water blijft, zal ook de wortelontwikkeling achterlijk blijven. Er bestaat dus samenhang in de ontwikkeling van de bladen en der wortelorganen der jeugdige rijstplant.

Het is in het voordeel der plant, dat deze zich zoo spoedig mogelijk bewortelt, niet alleen voor voedingsdoeleinden, maar ook voor de bevestiging der plant. Het is dus van veel belang voor de geregelde ontwikkeling der rijstplant, dat de hoeveelheid water welke men op het kweekbed, alwaar de rijst ligt te kiemen, zorgvuldig worde geregeld, waarbij tevens in het oog dient gehouden te worden, dat die waterlaag op het kweekbed tevens moet dienen om de kiemende korrels te beschutten tegen te snelle temperatuursovergangen of te groote verhitting.

Zoodra de jonge plant in staat is, zelve haar voedsel te maken is er geen reservevoedsel meer van noode en valt meestal het tijdstip der beëindiging van het kiemingstijdvak, samen met het totale verbruik van het reservevoedsel, in het zaad oorspronkelijk aanwezig.

Een groote hoeveelheid reservevoedsel zal echter het zaad en de zich ontwikkelende plant ten nutte kunnen zijn, daar mochten dan al eens ongunstige omstandigheden optreden, de voorraad reservevoedsel de plant allicht in staat stelt deze ongunstige tijden te boven te komen. Verder zal aan een krachtige voeding der kiemplant een ruime beschikking over het noodige voedsel slechts ten goede kunnen komen.

Het is dus een voordeel, zaad te gebruiken, dat zooveel mogelijk reservevoedsel ter beschikking heeft.

HET WORTELSTELSEL.

Voor goed begrip van het anatomisch samenstel van den wortel der rijstplant, is het 't gemakkelijkst indien ook hier weder eerst beschreven wordt de wijze waarop de verschillende weefsels van den wortel ontstaan.

Aan het groeipunt of meristeem dat zich bevindt aan den top van den wortel, en waar de verschillende weefsels ontstaan, zijn verschillende lagen te onderscheiden, welke bij het groeipunt alle naar een centrum convergeeren en zodoende het groeipunt een kegelvormige gedaante verleen.

De verschillende lagen worden onderscheiden in het plerom, welke het centrale gedeelte der kegel inneemt, hieromheen bevindt zich een mantel van cellen, het peribleem, dat aan den top van den wortel slechts een cellenlaag dik is, terwijl de buitenzijde van den wortel door een afzonderlijke weefsellaag is bekleed, het dermatogeen. Ten slotte vinden wij het kalyptrageen, welke den uitersten worteltop als met een kegelvormige kap omsluit en waaruit het wortelkapje ontstaat (Fig. 20).

Bij dwarsche doorsnede op eenigen afstand van het eigenlijke groeipunt, ziet men dat zoowel plerom als peribleem, uit meerdere cellenlagen bestaan, het dermatogeen echter steeds uit een enkelvoudige cellenlaag bestaat.

Naarmate men de doorsnede dichter nabij den top van den wortel maakt, wordt de dikte der lagen geringer. Ten slotte kan men enkele celgroepen onderscheiden, waaruit door deeling steeds nieuwe ontstaan, welke nieuwe cellen na zich eerst gedeeltelijk gestrekt te hebben, zich wederom kunnen deelen.

Bij het groeipunt van den rijstwortel vindt men dus geen bepaalde topcel, maar heeft elke weefsellaag (behalve het der-

matogeen) een bepaalde cellengroep waar de nieuwvorming plaats heeft, deze cellen zijn de begin- of initiaal-cellen.

Het dermatogeen heeft geen eigenlijke begincellen, maar tesa-men met het peribleem ontstaat het uit twee of drie cellen, welke aan den top bijeen geplaatst zijn. Eerst op eenigen afstand hiervan, krijgt het dermatogeen zijn meer zelf standigen bouw (fig. 21).

De cellen zelven van het groeipunt zijn nagenoeg allen gelijk van vorm, voorzien van groote kernen en geheel met protolasma opgevuld.

De cellen welke uit het kalyptrogeen ontstaan, hebben een kortstondige levensduur. Door de nieuwvorming aan de zijde van het kalytrogeen, dat tegen het groeipunt van den eigenlijken wortel aanrust, worden de oudere cellen meer en meer naar buiten geschoven en geraken zij hun onderling verband weldra kwijt. Zij sterven dan af en worden van het overige weefsel afgesloten.

Reeds op korten afstand van het eigenlijke groeipunt, treden in de weefsels duidelijk verschillen op, zoo gaan zich de cellen, welke het centrale gedeelte innemen der groeikegel, door hunne grootte en langgerekten vorm zich onderscheiden. Op een dwarsche doorsnede door den wortel op dit punt, (fig. 22 en 23), wordt die meerdere grootte nog beter zichtbaar. Het centrum van den wortel wordt reeds ingenomen door cellen, welke het centraalkanaal zullen vormen. Spoedig verdwijnt de inhoud uit deze cellen en ontstaat een echt vat, wanneer de tusschenwanden eveneens wegvallen. Uit het plerom ontstaat ten slotte de centraalcylinder van den rijstwortel.

Uit het peribleem ontstaat de primaire wortelbast, terwijl het dermatogeen aan de opperhuid van den wortel het aanzijn zal geven.

In jeugdigen toestand bestaat deze opperhuid of epidermis uit vierkante dunwandige cellen. Reeds op zeer korten afstand van het groeipunt gaan sommige dezer dermatogeen cellen uitgrocien en ontstaan de wortelharen, welke de jongste wortelgedeelten bedekken. Deze wortelharen zijn van verschillende lengte en staan onregelmatig verspreid over de oppervlakte van het jongste wortelgedeelte.

Onder de opperhuidscellen vindt men de primaire wortelbast, welker buitenste cellenlaag bestaat uit dunwandige elementen

welke nauw te samen sluiten, terwijl hierop een ééncellige laag volgt van vezels met sterk verdikte wanden, welke dicht aaneen zijn geplaatst (fig. 24).

Meer naar binnen volgt dan op deze vezellaag een weefsel van parenchymatische cellen, uit groote ronde cellen bestaande, die zeer los aan elkander zijn verbonden en groote intercellulaire ruimten tusschen zich openlaten.

Hoe meer men nu het centrum van den wortel nadert, hoe vierkanter deze cellen worden, tot zij ten slotte eindigen in een laag cellen welke den centraalcylinder omsluiten (fig. 25).

De cellen die onmiddellijk om den centraalcylinder sluiten hebben verdikte wanden en sluiten zij ook zijdelings dicht tegen elkander. Men noemt deze cellenlaag, de endodermis (fig. 25 e).

Met uitzondering van de opperhuid welke de wortelharen draagt en die uit het dermatogeen ontstond, danken evengenoemde cellenlagen hun aanzijn aan het peribleem.

Bij de oudere wortels verdwijnt de buitenste epidermislaag met wortelharen en bestaat de buitenste laag cellen van een dergelijk wortelgedeelte uit verdikte cellen ontstaan uit die laag, welke in den jongeren wortel reeds de aldaar in de primaire wortelbast voorkomende vezellaag omgaf. Ook de parenchymcellen welke zich meer aan den omtrek van den wortel bevinden, hebben een eenigszins verdikten wand (fig. 26). De oorspronkelijke epidermiscellen met de wortelharen zijn afgestooten, nadat deze cellen waren gestorven.

Men vindt dus bij oudere wortels een dubbele laag, sterk verdikte cellen en vezels welke de (secundaire) opperhuid vormen en exodermis (fig. 26 ex.) wordt geheeten.

Bij de buitenste cellenlaag van den exodermis der oudere wortels is in den buitenwand kurkstof afgezet en deze daardoor voor water ondoordringbaar geworden.

Ook in de parenchymcellen die zich oorspronkelijk in regelmatige radiale reeksen uitstrekten tusschen den endodermis en den exodermis, is eenige verandering gekomen, doordat hunne radiale wanden hier en daar van elkander loslieten. Sommige cellen zijn daarbij afgestorven en ineengevallen, waardoor tusschen

de enkele overgebleven radiale reeksen van parenchymcellen, groote holten ontstonden (fig 27).

De endodermis welke de eigenlijke binnen-epidermis vormt van den bast, ontstaat uit het peribleem. Deze endodermis, ook wel kernscheede genaamd, is opgebouwd uit langgerekte cellen met verdikten wand, welke nauw aaneensluiten. In hun jeugd hebben deze cellen in de horizontale en tangentieele wanden een verkurkten band. Daar de cellen zijdelings stevig aaneensluiten en een gesloten kring om den centraal-cylinder vormen, sluiten zij door de verkurkte laag in hun wanden tevens het water-transport af, voorzoover zulks door de wanden geschiedt. Op zijn weg van den wortelbast naar den centraalcylinder is dus het water gedwongen, het protoplasma dezer cellen der kernscheede te passeeren en staat het transport van het water etc. dus onder den invloed van evengenoemd levend protoplasma.

In oudere wortelgedeelten, waar de bast reeds in een secundair stadium is overgegaan, en ook geen wortelharen meer voorkomen, zijn de celwanden van den endodermis verdikt en daardoor tevens voor het watertransport moeilijker doorgankelijk geworden (fig. 28).

Door deze secundaire verdikking, waardoor zij zeer aan stevigheid hebben gewonnen, dienen zij thans meer tot bescherming en verstijving van den centraalcylinder, welke (in dit stadium) het belangrijkste deel van den wortel vormt.

De endodermis neemt dus ten slotte de rol van bastlaag op zich, terwijl de eigenlijke bast bij de oudere wortels een geheel secundaire rol vervult. Bij de strekking van den wortel worden de deelen, waaruit de bast bestaat, in de lengte uitgerekt. Tengevolge hiervan, zoowel als van den weinigen stevigen bouw der in de bast overgebleven radiale parenchymstroomen, krijgt de wortelbast bij oudere wortelgedeelten overlangsche plooiën en valt samen. Bij zulke wortels omgeeft de bast den centraalcylinder als een los geplooid mantel.

Ook maakt deze betrekkelijk losse bouw in dwarse richting, gepaard met stevige verbinding der cellen en vezels in de lengterichting van den wortel, het mogelijk dat de bast over een

aanzienlijke lengte kan worden uitgerekt, om weder zijn oorspronkelijke lengte te herkrijgen, zoodra de uittrekkende kracht ophoudt te werken.

De centraalcylinder ontstaat door differentieëring van het plerom. Op korten afstand van de begincellen gaan sommige cellen zich in verhouding tot de overigen, sterker vergrooten en vormen zij ten slotte een lange reeks van wijde cellen in het centrum van den wortel gelegen. Reeds vrij spoedig treedt bij deze cellen een wandverdikking op, welke wijde stippels overlaat of wel heeft de verdikking den vorm van een inwendige spiraal. Ten slotte verdwijnt ook de inhoud uit deze cellen, er wordt in de celwanden houtstof afgezet, de horizontale tusschenwanden vervallen en er heeft zich een houtvat gevormd.

Andere cellen eveneens in langsreeksen geordend, vormen de zeefvaten. Ten slotte ontstaan nog uit het plerom de houtvezels of het prosenchym, terwijl een deel der cellen van het plerom eenigszins in de lengte gerekt worden, maar hun parenchymatisch karakter toch behouden.

De verschillende elementen, waaruit de centraalcylinder is opgebouwd, worden omgeven door een cellenlaag, het pericambium of de pericycle geheeten (fig. 25 p).

Dit pericambium is bij de rijstwortels opgebouwd uit onverdikte parenchymatische cellen, welke ook bij oudere wortels steeds nagenoeg vierkant blijven en zonder intercellulaire ruimten tegen elkander aansluiten en tegen den endodermis.

De bouw van den vaatbundel bij den rijstwortel is vrij eenvoudig, de zeefvaten en houtvaten zijn duidelijk in afzonderlijke groepen van elkander gescheiden.

Op dwarsche doorsnede (fig. 25) ziet men dat er een zeker aantal zeer wijde vaten (houtvaten) in de centraalcylinder voorkomen, welke als de stralen eener ster gerangschikt staan. Soms tijds kan men zes van zulke stralen onderscheiden, soms ook enkele meer, terwijl bij sommige wortels, juist in het midden van den wortel een bijzonder wijd vat verloopt, dat dan den naam heeft van centraalkanaal.

Men vindt verder eenige nauwere vaten, welke somtijds een

weinig zijn verschoven, meestentijds echter in het verlengde der richting der wijde houtvaten gelegen zijn. Soms zijn deze nauwere houtbundels zelfs zoover naar buiten verschoven, dat zij zich tusschen de cellen van het pericambium ingedrongen bevinden.

Meer naar den omtrek van den centraalcylinder en afwisselend met de houtvaten vindt men de zeefvaten. Bij nagenoeg alle wortels is het aantal bundels der zeefvaten gelijk aan dat der wijde houtvaten en vormt het geheele samenstel der vaten, een radialen vaatbundel.

Bij jongere wortels vindt men de ruimten tusschen de verschillende vaten door een eng aaneengesloten parenchym-massa opgevuld. Bij oudere wortels, welke zich meer in de lengte hebben gestrekt, zijn deze parenchym-cellen voor het meerendeel in verhoude vezels overgegaan en dragen op deze wijze in groote mate bij tot de stevigheid van den centraalcylinder (fig. 28).

De buitenste cellenlaag van den centraalcylinder (het pericambium) evenals deze uit het plerom ontstaan, blijft ook in oudere wortels nog haar primitieven vorm behouden. De cellen blijven dunwandig en met inhoud voorzien. Bij zeer oude wortels krijgt ook dit pericambium ten slotte een meer verdikten wand.

Aan de wortels komen als zijorganen, de zijwortels en haarwortels voor.

De zijwortels staan onregelmatig ingeplant over den omtrek van den hoofdwortel of der wortels welke uit de onderste stengelgeledingen zijn ontstaan.

De eerste aanleg van een zijwortel bestaat in een deeling van een of twee cellen van het pericambium tegenover een der zeefbundels geplaatst. Daardoor is de plaatsing der zijwortels gebonden aan het regelmatig verdeeld zijn van de zeefbundels in den centraalcylinder. Daar echter niet alle deze celgroepen zich tot zijwortels ontwikkelen, zoo is de inplanting dezer zijwortels schijnbaar onregelmatig en aan geen vaste plaats gebonden.

Eerst begint een of twee der bedoelde cellen van het pericambium zich in radiale richting te deelen, vervolgens in een tangentiele en zich weldra verder te vermenigvuldigen. Ten

gevolge dezer deeling en celvermeerdering, ontstaat binnen den endodermis een kegelvormige uitstulping die ten slotte nagenoeg dezelfde weefselverdeeling verkrijgt als de top van den hoofdwortel. De endodermis deelt zich in den aanvang ook nog en dank zij deze vergrooiting blijft zij eerst nog de uitstulping bedekken, door den nieuwgevormden zijwortel te voorschijn ge-roepen.

De zijwortel groeit nu zijdelings horizontaal meer en meer naar buiten, drukt daarbij de bastelementen op zijde en doet ten slotte de verdikte buitenlaag van bastvezels openspringen en komt ten slotte uit den hoofdwortel naar buiten. In den jongsten toestand vindt men dus nog dat om het wortelkapje heen van den zijwortel, een laag cellen zich bevindt door deeling van den endodermis ontstaan, alle overige weefsels van het groeipunt der zijwortels ontstaan overigens uit de cellen van het pericambium of de pericycle. Bij den verderen groei van het zijworteltje barst ten slotte ook de cellenlaag uit de endodermis ontstaan, en bedekken nu het eigen gevormde wortelkapje en de opperhuid, welke in het dermatogeen van den zijwortel hun oorsprong vonden, dezen zijwortel.

Na eenigen tijd vindt men in een zijwortel dezelfde aanleg van vaten en vezels als in den hoofdwortel, meest is echter het aantal stralen van den vaatbundel in den centraalcylinder geringer dan bij den hoofdwortel. De zeefvaten van den nieuwgevormden zijwortel treden nu in verbinding met den zeefbundel tegenover den zijwortel gelegen in den hoofdwortel; hetzelfde geschiedt met de houtvaten en de naastbijzijnde houtbundels.

Uit deze zijwortels en uit de primaire wortels, ontstaan de haarwortels. De zijwortels gelijken wat hun bouw aangaat in hoofdzaak op de primaire wortels, zulks is met de haarwortels maar gedeeltelijk het geval. Wij vinden aldaar een veel eenvoudiger centraalcylinder en is ook in de eigenlijke bast een groote reductie opgetreden. Op dwarsche doorsnede door een haarwortel (fig. 29), ziet men het centrale gedeelte ingenomen door twee nauwe houtvaten, hiertusschen liggen vrij enge zeefvaten en enkele parenchym-cellen, vezels komen niet voor.

Deze vrij primitieve vaatbundel is door een laag parenchymcellen omgeven welke de endodermis vormt. Hierop volgt een laag vezels met wijde holte, die zijdelings vast aaneensluiten en verder twee concentrische lagen dunwandige parenchymcellen, waarvan de buitenste de eigenlijke opperhuid vormt.

Bij deze haarwortels komt dus geen eigenlijke pericambium voor.

De haarwortels ontstaan op dezelfde wijze als de zijwortels uit het pericambium en bestaat er ook bij hen een innig onderling verband in de vaatbundels.

De wortelharen (fig. 24) ontstaan gelijk reeds werd medege-deeld, uit de primaire opperhuidscellen. Deze cellen zijn plat, tafelvormig, bij sommige gaat zich de buitenwand uitstulpen en groeit deze uitstulping ten slotte uit tot een wortelhaar. De wand van zulk een wortelhaar blijft vrij dun en steeds onverhout, alleen aan het topgedeelte is hij eenigszins verdikt.

De lengte der wortelharen hangt nauw samen met de omgeving waarin zij zich ontwikkelen, zoo vindt men dat de wortelharen bij rijst op droge gronden geteeld, ruim drie maal zoo lang zijn, als bij dezelfde variëteit in natten grond geteeld of in water. Hetzelfde verschil blijkt o. a. bij een wortel welke zich gedeeltelijk in vochtige omgeving, gedeeltelijk in water kon ontwikkelen. De laatste wortelharen zijn kort en dik, de eerste veel langer en dunner.

Uit den kiemwortel ontwikkelt zich een hoofdwortel die echter beperkt is in zijn groei, uit het hypotocyle stengelgedeelte kunnen zich geen wortels ontwikkelen en is dus het optreden van de talrijke wortels der rijstplant ten nauwste gebonden aan de z. g. knopen welke aan het onderaardsche stengelgedeelte en aan de bovenaardsche stengel voorkomen.

Deze knopen en geledingen zijn bij het onderinde der stengel nauw opeen gedrongen en kan men uitwendig moeilijk knopen en geledingen onderscheiden. Op overlangsche doorsnede blijkt de verdeeling duidelijker en tevens dat het voorkomen van de zijwortels gebonden is aan die plaatsen waar de stengel gevuld is, dus aan de knopen.

Ook aan de bovenaardsche deelen van den stengel kunnen onder zekere omstandigheden aan de knopen wortels optreden. Een der eerste vereischten hiertoe is vochtigheid en daarom ziet men bij de knopen welke zich nog onder water bevinden, zeer veelvuldig wortels te voorschijn treden, welke zich een weg banen dwars door de bladscheeden heen die hier den stengel omhullen. Bij drijfrijs, een rijstvarieteit, welke groeit bij een waterstand van een en meer meters, is dit optreden van wortels aan de bovenaardsche knopen regel en vindt men hier dus aan de hogere stengelgeledingen somtijds een geheele bos worteltjes te voorschijn komen.

Onder gewone omstandigheden ontwikkelen zich deze zijwortels echter niet, wel vindt men vrij algemeen een eigenaardige wortelvorming eveneens op dezelfde plaats van de knopen optredend.

De hierbedoelde wortels blijven echter besloten in de ruimte tusschen stengel en bladscheede. Zij zijn gekenmerkt door hun tengeren bouw, waardoor zij niet in staat zijn zich een weg te banen door de bladscheede en dragen talrijke haarwortels (Pneumatophoren).

Men ziet deze worteltjes vooral optreden bij vochtig weder, wanneer door de regen de ruimte tusschen stengel en bladscheede met water gevuld wordt en dienen zij hoofdzakelijk tot gaswisseling in de weefsels.

De eerste wortel welke bij een normaal zich ontwikkelende rijstplant ontstaat, is de hoofdwortel. Voordat deze nog zijwortels vormt, treden er twee zijwortels te voorschijn uit het onderste stengelgedeelte, verdere regelmatigheid in het te voorschijn treden van de wortels is niet te bespeuren. Wel vindt men natuurlijk aan het oudste gedeelte van de plant ook de oudste wortels, hier tusschen in kunnen echter later wederom nieuwe wortels gevormd worden.

De lengtegroei van de wortels staat hoofdzakelijk in samenhang met de geaardheid van den bodem waar zij zich in ontwikkelen. Zulks blijkt o. a. zeer duidelijk wanneer men wortels van éézelfde varieteit rijst op lossen drogen grond en op

natten grond geteeld vergelijkt. De wortels op drogen grond blijven ongeveer de helft korter, zijn veel sterker gekronkeld en hebben sterke ontwikkeling van zijwortels. Verder is merkwaardig hoe bij de rijstwortels uit drogen grond, de haarwortels geheel bedekt zijn met wortelharen, terwijl deze bij haarwortels van rijst op natten grond geteeld, zoo goed als niet voorkomen. Ook komen bij wortels van drooggeteelde rijst in de schors bijna geen luchtvoerende intercellulaire holten voor.

Is de bodem voldoende los en vochtig, zoo kunnen de rijstwortels zich somtijds ontwikkelen tot een lengte van één Meter en meer. Meestentijds worden zij echter beperkt in hun ontwikkeling door de harde onderlaag, welke men vooral bij oude, oppervlakkig bewerkte natte rijstvelden, reeds op geringe diepte aantreft.

Het absorptie-gedeelte van den wortel strekt zich uit over dat gedeelte waar zich de haarwortels bevinden en waar deze in staat zijn voedsel en water op te nemen. Bij het oudere gedeelte van den wortel zijn de haarwortels verdwenen en is alleen de centraalcylinder van dit wortelgedeelte nog van belang voor het vervoer van verschillende stoffen door het absorptie-gedeelte van den wortel aan den centraalcylinder toegevoerd.

Bij de zijwortels vinden wij hetzelfde, terwijl de haarwortels te beschouwen zijn als een wortel geheel uit absorptie-weefsel bestaande.

De Stengel.

De stengel der rijstplant bestaat uit opvolgend gelijkvormige deelen, de grenzen dezer deelen worden bepaald door de plaats van inhechting der bladen.

Deze verschillende deelen waaruit de stengel bestaat, noemt men leden, terwijl de knoop de plaats vormt van inhechting van een blad.

De lengte der leden kan zeer verschillend zijn, ten duidelijkste blijkt zulks, wanneer men een volwassen stengel tot aan den hoofdwortel overlangs doorsplijt. De scheiding der leden, door de tusschenschotten, is dan duidelijk zichtbaar en ziet men, dat

hoe meer men het benedeneinde van den stengel nadert, hoe korter de leden worden, terwijl het lid aan het andere uiteinde van den stengel, dat ten slotte de bloempluim draagt, het langst is.

Bij de beschrijving der rijstkiem werd gezien, dat de plaatsing der zaadlob eenigszins afwijkt van het gewone type. Het schildje stelt bij de kiem, de eerste en eenige zaadlob of cotyledon voor, terwijl de kiembladscheede het lipje van de zaadlob vormt. Bij de ontwikkeling en strekking van de kiem wordt nu de kiembladscheede steeds verder en verder gescheiden van het schildje. Het gedeelte van de kiemplant, tusschen de inplanting van de kiembladscheede en den wortel stelt het hypocotyle stengelgedeelte voor bij de rijstplant.

De top van den jeugdigen stengel wordt afgesloten door een kegelvormig groeipunt (fig. 30), dat geheel uit dunwandige, vierkante cellen bestaat, met veel protoplasma opgevuld.

De bescherming van het stengelgroeipunt geschiedt door de verschillende jonge bladen, en bladscheeden, welke elk voor zich als een koker het groeipunt omgeven.

Aan het wortelgroeipunt zijn de verschillende weefsellagen vrij duidelijk van elkander onderscheiden. Een dergelijke scheiding zal men onder de cellen waaruit het stengel-groeipunt bestaat, tevergeefs zoeken. Slechts de buitenste laag cellen waaruit later de opperhuid ontstaat is door meerdere grootte en platter gedaante te onderscheiden. De overige cellen van het groeipunt zijn nagenoeg van geheel gelijken vorm waaronder door hun meerdere lengte, sommige cellen in 't oog vallen, waaruit later de vaatbundels zullen ontstaan.

Bij het groeipunt van den stengel vindt men den eersten aanleg der bladen als een ringvormige wal en worden ook op dergelijke wijze zijorganen (secundaire stengels) gevormd tot ten slotte aanleg van bloemen in hun plaats treedt.

Verschillende inwendige en uitwendige omstandigheden kunnen invloed hebben op deze verandering der organen uit het groeipunt ontstaande, en wel in de eerste plaats de leeftijd van de plant, verder echter ook voeding en licht, temperatuur etc. Een

direct gevolg van deze wijziging in de functie van het groeipunt is, dat de bloemaar vroeger of later dan normaal te voorschijn treedt en dat dus de verschillende zooeven genoemde factoren van invloed kunnen zijn op het vroeger of later bloeien der rijstplant.

De toekomstige opperhuidscellen zijn bij het groeipunt nog onverdikt en nagenoeg vierkant, zij beginnen zich echter weldra in de lengte te strekken waarvan een langgerekte platte gedaante het gevolg is, de wand is alsdan nog onverdikt. Enkele cellen welke hun oorspronkelijke grootte behouden, groeien later uit tot korte tweecellige dunwandige haren. Heeft het stengellid zijn definitieve lengte bereikt, dan is het onderste gedeelte dat steeds door de bladscheede omsloten blijft, wit en week en gemakkelijk buigzaam, terwijl het bovenste gedeelte stevig en hard is.

De opperhuidscellen (fig. 31 en 32) in het witte gedeelte zijn betrekkelijk dunwandig en valt het gegolfd zijn der radiale wanden op. Hier en daar vindt men nog een korte cel, de draager van korte fijne haartjes.

De celwand is hier nog week en plooibaar en kan door het gegolfd zijn nog gemakkelijk eenigszins in de lengte worden gerekt. Anders is het echter bij de opperhuid gesteld aan het reeds stevige deel der stengelgeleding (fig. 33), hier zijn de opperhuidscellen sterk verdikt en is er nagenoeg geen celholte overgebleven door de afzetting van inwendige verdikkingslagen. De buitenwand is eveneens sterk verdikt en vertoont aan de buitenzijde talrijke zeer korte stekeltjes en oneffenheden. Hier en daar vindt men nog een haar terug, wier wand echter nu ook zeer sterk verdikt is.

De inwendige verdikkingslagen dezer opperhuidscellen bestaan in hoofdzaak uit houtstof met vrij kiezelzuur gemengd. De allerbuitenste laag der opperhuidscellen bestaat uit een dun laagje was, dat gelijkmatig alle opperhuidcellen en ook de oneffenheden overdekt.

Onmiddellijk op de opperhuid volgt bij den stengel een vrij dikke laag verhoude vezels met een sterk verdikten wand welke

dicht aaneen sluiten. Op deze wijze vormen zij een gesloten kring aan den omtrek van den stengel. Op deze dwarsche doorsnede wordt de verhouding van de overige samenstellende stengelgedeelten duidelijker en ziet men dat op vrij regelmatige afstanden dicht tegen de periphere vezellaag aangedrongen, vaatbundels voorkomen (fig. 34) terwijl verder het weefsel van den stengel geheel uit parenchym bestaat behalve de grootere vaatbundels welke geheel van elkander geïsoleerd in een concentrische kring evenwijdig aan den stengelomtrek zijn geplaatst.

Het parenchym dat zich nabij de buitenste vezellaag bevindt is tamelijk kleincellig, de cellen sluiten hier nog dicht aanéén en zijn bij den groenen stengel met levenden inhoud opgevuld. In het groen gekleurde gedeelte van de geledingen bevatten deze parenchymcellen chlorophyl-(bladgroen-) korrels en bij sommige stengels welke rood of violet gekleurd zijn eveneens deze kleurstof. De overgang van dit klein-cellig parenchym tot de buitenste vezellaag heeft geleidelijk plaats. Eerst komen vrij korte vezels met een groote inwendige holte, waarop dan meer naar buiten de sterk verdikte vezels met enge holten volgen. Meer naar binnen toe nemen de parenchym-cellen meer in omvang toe en sluiten zij niet meer zoo dicht aanéén, waarbij zij vrij groote intercellulaire ruimten tusschen elkander open laten. Naarmate men de centrale holte van den stengel meer nadert worden de parenchym-cellen wederom kleiner en sluiten zij dichter aaneen. De vaatbundels (fig. 35) welke in den stengel verlopen behooren tot het collaterale type, zij bestaan uit een vrij groot zeefvaten-gedeelte dat de eene pool van den ovalen vaatbundel inneemt. Dit zeefbundel- of phloeem-gedeelte van den vaatbundel is steeds naar den omtrek gericht, iets meer naar binnen vindt men dan twee groote houtvaten en ten slotte recht tegenover de zeefvaten een groote luchtvoerende holte, ontstaan uit ringvaten wier wand is verscheurd en waarin men nog hier en daar de losse ringen terug vindt van de oorspronkelijke verdikkingslaag van het ringvat, welke bij het wijder worden van het vat van den wand loslieten. Tusschen deze wijde houtvaten vindt men nog nauwe spiraal- en stippelvaten en eenige

lang gerekte parenchym-cellen, terwijl ook de zeefvaten meest van elkander gescheiden zijn door de z. g. geleide-cellen, lang gerekte parenchymatische cellen.

Het geheel van dit phloëem- en xyleem-gedeelte is ten slotte omgeven door een laag vrij dikwandige vezels welke de z. g. vaatbundel-schede vormen en deze afsluiten van het omringende parenchym. Bij de vaatbundels welk in de periphere vezellaag verlopen, strekt zich de vrij dikke vaatbundel-scheede vooral zijdelings uit.

Maakt men een doorsnede door een stengelgedeelte nabij het bovenste einde van een geleding, dan is de verhouding eenigszins anders in de verdeling der samenstellende elementen. Men mist aldaar ten eerste de centrale holte, de stengel is op dit gedeelte *gevuld*, het centrale gedeelte is opgevuld met een losse witte massa, het z. g. merg, dat bestaat uit stervormige cellen, dus een los weefsel vormen. Boven werd vermeld hoe het centrale gedeelte van het parenchym bij de nog jonge ongestrekte geledingen, uit parenchym met vrij groote intercellulaire ruimten bestaat (fig. 36). Bij de verdere strekking der geledingen nemen deze parenchym-cellen slechts weinig in omvang toe, zij laten voor het grootste deel wederzijds elkaars wand los en krijgen door uitrekking hun stervormige gedaante. Hoe meer men de holte nadert, hoe lossers de mergcellen aan elkander blijken vast te zitten en is het duidelijk hoe de centrale holte in het gestrekte deel van de geledingen ontstond door uitéénwijking der mergcellen.

Wanneer men een stengelgeleding overlangs open splijt, vindt men in de holte somtijds nog een fijn wit poeder en ook zelfs nog hier en daar een dun los schijfje, dit zijn de mergcellen of gedeelten van 't merg die bij de strekking van het stengelid zijn losgescheurd.

Het merggedeelte van de knoop is zoowel aan de bovenzijde als aan de onderzijde afgesloten van de holte door een laagje steencellen met sterk verdikte wanden (fig 37). Somtijds vindt men in deze cellen nog een rood gekleurd celvocht (o. a. bij drijfriest) en is daardoor het laagje steencellen dat de holte der geleding

afsluit scherp gescheiden van het overigens witte merg. De stengelknoop bestaat verder uit parenchym, waarin talrijke vaatbundels verlopen, wier vaatbundelscheede dikwerf een aanmerkelijke uitbreiding ondergaat, zoodat de vezels en vaatbundels te samen een concentrische kring vormen.

De opperhuidscellen zijn op dit gedeelte van den stengel sterker verdikt en sluit hier onmiddellijk een laag van sterk verdikte vezels tegenaan, welke een stevigen kring buiten om het parenchym vormen.

In het knoopgedeelte van den stengel heeft de versmelting plaats der vaatbundels van den stengel en der bladen en andere zijorganen, zooals de zijstengels (knoppen) en wortels.

Niet alleen dus is de loop der vaatbundels in den knoop gewijzigd in vergelijking met hetgeen in de eigenlijke stengelgeleding gevonden wordt, maar ook zal de bouw eenigszins verschillen. Een afzonderlijk phloeem- en xyleem-gedeelte blijft evenwel steeds te onderkennen, bij het samensmelten van twee vaatbundels zullen deze deelen elk voor zich weder een afzonderlijk geheel in den nieuwen vaatbundel vormen. De vezels welke de vaatbundel-schede vormen, zijn op de plaats van samensmelting dikwerf korter geworden terwijl in de omgeving der vaatbundels dikwerf korte houtvaten voorkomen met een spiraalvormige wandverdickting.

Op een dwarsdoorsnede door den rijststengel op het midden van een geleding vindt men aan de buitenzijde een laag dikwandige vezels onmiddellijk onder de opperhuid. Onmiddellijk tegen deze periphere vezellaag aan sluit een reeks vaatbundels op regelmatige afstanden geplaatst. In het parenchym verlopen de gewone vaatbundels. Hoogerop, dicht nabij den knoop verdeelt zich de periphere vezellaag in twee gedeelten, en vormt zich een nieuwe concentrische vezellaag gescheiden door parenchym van de buitenlaag. Op deze zelfde hoogte heeft tevens de versmelting plaats van de vaatbundels welke uit de bladscheeden, knoppen en wortels in den stengel overgaan.

Bij de drijfrijs vindt men in den stengel groote intercellulaire luchtkanalen in de geleding (fig. 38), in de knopen zijn deze

nagenoeg verdwenen. Deze intercellulaire luchtkanalen welke zich in het parenchym binnen de periphere vezellaag bevinden, worden later omsloten door de vezellaag welke dan tevens de vaatbundels omsluit en nemen ten slotte een geheel geïsoleerde plaats in tusschen de periphere vezels en de vezels welke de vaatbundelkring vormt.

De parenchymcellen die het vulweefsel van den stengel vormen zijn met levend protoplasma opgevuld en bevatten meestal de buitenste bladgroenkorrels. In de knopen vindt men soms vrij overvloedig zetmeel in de parenchymcellen. Enkele stengels van sommige rijstvarieteiten hebben rood of violet gekleurde strepen, welke op evenwijdige afstanden in de lengterichting van den stengel verlopen, deze roode kleur wordt veroorzaakt door gekleurd celvocht dat zich in parenchymcellen bevindt die binnen de periphere vezellaag voorkomen.

Aan het groeipunt van den stengel vindt men den aanleg van het jonge blad (fig. 30.), in den oksel van dit blad kan zich een nieuw zijdelingsch groeipunt vormen waaraan de zijknop haar ontstaan zal danken. Gewoonlijk ontwikkelen zich slechts die zijknoppen, welke aan de alleronderste geledingen voorkomen en ontstaan daaruit zijstengels geheel gelijkend op den hoofdstengel. Deze zijstengels kunnen op hun beurt wederom zijstengels vormen en zoo spreekt men van primaire- stengel, secundaire-, tertiaire enz stengels of van stengels der 1e orde, 2e orde enz.

Reeds vroeger werd er op gewezen dat aan de bovenaardsche stengels twee soorten van wortels voorkomen, behalve diegene welke zich aan de stengelknoopen ontwikkelen welke zich onder den grond bevinden. Bij rijststengels, zooals o.a. die van drijfrijsst waarbij voortdurend ook de hoogere stengelleden door water zijn omgeven, zijn deze twee soorten van wortels 't best te onderscheiden. Onmiddellijk onder de aanhechtingsplaats van de bladscheede, dus nog op de eigenlijke knoop, vinden wij daar rondom den stengel dunne fijne wortels geplaatst, welke meestal, o.a. bij andere rijstvarieteiten, binnen de bladscheeden besloten blijven en gekenmerkt zijn door de viltachtige massa

die zij vormen. Uit het onderende van het eerstvolgende stengelid ontstaan daarentegen dikke stevige worteltjes welke zich dwars door de bladscheede een weg naar buiten banen en in hun bouw geheel overeenstemmen met de dikkere wortels welke men bij de rijstplant aan de onderaardsche gedeelten aantreft. Beide soorten van wortels, waarvan dus de laatste zijorganen zijn van het stengelid, de eerstgenoemde van een stengelknoop, ontstaan op nagenoeg geheel dezelfde wijze als uit den centraalcylinder van den wortel nieuwe zijwortels ontstaan. Ook hier vormt zich een nieuw wortelgroeipunt uit de buitenste parenchymatische cellen welke tegen de vaatbundelscheede aansluiten en treden later de vaten welke in den nieuwen wortel ontstaan in verbinding met die der vaatbundel welke aan den zijwortel het aanzijn gaf.

De reeks periphere vaatbundels bij den stengel is dus bij voorkeur de wortelvormende laag. De zijwortels, voorzien van een wortelkapje, groeien eerst dwars door de vezellaag heen welke den vaatbundel omgeeft. Zij banen zich dan verder in zuiver horizontale richting een weg dwars door de buiten vezellaag van den stengel en opperhuid en treden naar buiten. Eerst wanneer zij buiten den stengel zijn gekomen, doet zich bij de dikkere stengelid-wortels den invloed der geotropie op deze zijwortels gevoelen.

Er bestaat een samenhang in de ontwikkeling van de zijwortels bij de hoogere stengelgeledingen en de ontwikkeling van zijstengels (en zijknoppen) wat tengevolge heeft dat o. a. bij drijfrijs en ook bij andere rijstvarieteiten wanneer het vochtig regenachtig weder is en daardoor binnen de bladscheeden veel vocht blijft staan, de zijwortels onder uit de stengelleden zich gaan ontwikkelen. Hiermede gaat gepaard een ontwikkeling der zijknoppen, en ontstaan dan vertakkingen, welke o. a. bij drijfrijs vrij algemeen voorkomen aan het bovenaardsche stengelgedeelte.

Dezelfde samenhang is ook oorzaak dat bij een plant met nog krachtig wortelstelsel en waar door den vochtigen bodem nog gelegenheid bestaat tot vorming van nieuwe wortels uit de lagere stengelleden, zich nieuwe zijstengels zullen ontwikkelen wanneer de oorspronkelijke zijn weggenomen.

De wortelvorming staat dus in nauw verband met de ontwikkeling der zijknoppen en dus à fortiori met de uitstoeling der rijstplant.

Deze uitstoeling is voor een cultuurplant als de rijst van veel belang daar toch het aantal der vruchthalmen samenhangt met deze uitstoeling; daarbij is verder nog van belang voor een geregelde oogst dat de zich ontwikkelende zijstengels zooveel mogelijk tegelijkertijd hun stadium van rijpheid bereiken. De uitstoeling is echter niet alleen afhankelijk van uitwendige factoren, maar hangt ook voor een deel samen met inwendige eigenschappen van het type waartoe de rijstplant behoort. Zoo zijn er typen welke onder overigens geheel gelijke toestanden sterk uitstoelen, andere daarentegen nagenoeg niet.

Het onderste deel van een geleding blijft week en buigzaam en kan nog geruimen tijd, wanneer het bovenste gedeelte reeds hard en vast is geworden, in lengte toenemen. Door dezen voortdurenden groei van het onderste gedeelte van een geleding wordt de strekking van het lid tot stand gebracht.

Bij de beschrijving van het blad zal men zien hoe het onderste gedeelte der bladscheede gevoelig is voor de inwerking der zwaartekracht en hoe het gevolg hiervan is, dat horizontaal neerliggende stengels, worden opgericht. Doordat de bladscheede zich in verticale richting verplaatst, zal namelijk ook de stengel welke de scheede omsloten houdt, zich moeten oprichten. Hieraan wordt tegemoet gekomen door de lenigheid van het onderste deel van de stengelgeleding.

HET BLAD.

Het rijstblad bestaat uit de bladscheede en de bladschijf, het eigenlijke blad, terwijl men op den overgang dezer beide deelen het lipje en de bladoortjes vindt.

Bij het stengelgroei punt vindt men een ringvormige wal (fig. 30*a*), dicht nabij den top, welke de eerste aanleg van het blad is. Deze ring neemt voortdurend in hoogte toe en wel 't meest aan die zijde waar later de rugzijde van de bladscheede zich zal bevinden.

Aan zulk een jeugdig blad zijn reeds twee gedeelten te onderscheiden, namelijk een onderste dat onmiddellijk tegen het groei punt aansluit en de bladvoet is waaruit zich later de bladscheede vormt en een bovenste gedeelte dat later het eigenlijke blad (bladschijf) wordt.

Bij de grassen en ook bij de rijst ontbreekt de bladsteel, welke zich bij andere planten ontwikkelt uit de weefselgedeelten tusschen bladvoet en het eigenlijke blad in gelegen. Bij het eerste ontstaan is nagenoeg nog geen verschil te zien tusschen de latere bladschijf en bladscheede. Beiden bestaan uit dunwandige kleine cellen met veel inhoud, te midden waarvan zich de aanleg der vaatbundels bevindt. Eerst later treden verschillen in den anatomischen bouw der bladscheede en de bladschijf op.

Bij een doorsnede door de bladscheede van een volwassen blad, ongeveer ter halver hoogte, vindt men op regelmatigigen afstand, groote nagenoeg vierkante holten met hier en daar horizontale tusschenschotten, zoodat het geheel eenigszins op een honigraat gelijk (fig. 40).

De grondmassa van de bladscheede wordt door dunwandige parenchym-cellen gevormd, waaruit ook de tusschenschotten bestaan tusschen de groote holten. Aan de buitenzijde der blad-

scheede bevindt zich een opperhuid, bestaande uit in de lengte gerekte cellen met onregelmatig vrij sterk verdikten buitenwand.

Tusschen deze langwerpige opperhuidscellen komen er hier en daar kortere voor, welke de dragers zijn van tweeërlei soort haren of stekels. De eene soort haren is vrij dun, bestaat mees- tentijds uit 2 à 3 cellen, met onverdikten wand, de andere soort haren nadert meer tot den stekelvorm en is gekenmerkt door den sterk verdikten wand der onderste cel, waarop zich nog een kleine toegespitste cel bij wijze van stekel verheft.

Deze laatste soort haren staan in regelmatige verticale reeksen op uitstekende lijsten of nerven der bladscheede ingeplant.

Eveneens in evenwijdige reeksen vindt men tusschen deze nerven huidmondjes, wier sluitcellen diep ingezonken zijn en waarover de naastligende opperhuid gedeeltelijk is heengegroeid. De spleet op deze wijze gevormd heeft aan de buitenzijde een onregelmatig gekartelden rand.

Op een dwars-doorsnede blijkt verder dat zoowel vaatbundels als vezels (prosenchym) regelmatig in het blad verdeeld zijn. Met elk verticaal tusschenschot correspondeert een vaatbundel, terwijl wederom tusschen elken vaatbundel en de opperhuid zich een breeden band van vezels uitstrekt. Op de rugzijde van de bladscheede vindt men een dergelijke vezellaag, echter belangrijk gereduceerd, tusschen de strooken welke zich tegenover de vaatbundels bevinden. De vezellaag is hier slechts een of twee vezels dik en bevindt zich onmiddellijk onder de opperhuid (fig. 42).

Op iets grooteren afstand van de rugzijde, sluit deze vezellaag niet meer aan bij de vezelstrooken tegenover de vaatbundels, maar is door enkele parenchym-cellen hiervan gescheiden, terwijl in een nog meer verwijderd gedeelte de gansche vezellaag verdwenen is. Nagenoeg overeenstemmend met de uitbreiding van de zooeven beschreven sub-epidermale vezellaag, vindt men dat aan de binnenzijde van de bladscheede eveneens de cellen, welke hier de opperhuid vormen, sterker of minder sterk verdikt zijn. In het eerste geval hebben zij een langgerekten vorm en naderen eenigszins den vorm van vezels.

De bladscheede omsluit nauw den stengel en dankt deze daaraan gedeeltelijk ook zijn stevigheid. De verdeeling der vezellaag aan den buitenomtrek van de bladscheede draagt er toe bij om de bladscheede zoo nauw mogelijk den stengel te doen omspannen. Maakt men een bladscheede los van den stengel, dan zal deze zich onmiddellijk ineenrollen terwijl de randen der bladscheede zelve elk voor zich eveneens opkrullen.

De eigenlijke rand der bladscheede is vliezig en bestaat uit onverdikte cellen, zij zijn de voortzetting van de buiten- en de binnen opperhuid; de tusschenliggende parenchymcellen zijn aldaar geheel verdwenen. De inhoud der cellen aan den rand is geheel verdwenen en is deze daardoor vliezig.

In de bladscheede zijn de vertikale luchtholten hier en daar door horizontale tusschenschotten gescheiden. Deze tusschenschotten zijn opgebouwd uit platte sterzellen. Tusschen deze sterzellen bevinden zich een paar banden uit korte vezels met vrij sterk verdikten wand bestaande. Deze vezelbanden vormen dus een netwerk waarvan de mazen door de sterzellen zijn opgevuld. In enkele dezer tusschenschotten vindt men dunne vaatbundelvertakkingen welke van den eenen vaatbundel naar een naastliggenden kleineren vaatbundel verloopen.

Uit deze beschrijving blijkt dat de tusschenschotten slechts gedeeltelijk de luchtholten afscheiden, daar door de openingen tusschen de armen der sterzellen, de bovenliggende holte met de onderliggende in verbinding staat. De tusschenschotten dienen voornamelijk voor de stevigheid van de vertikale parenchymstroken en spelen ook hierbij de bovenbeschreven vezelbanden een belangrijke rol.

Evenals men bij den stengel spreekt van een stengelid en stengelknoop, kan men ook bij de bladscheede het onderste gedeelte der bladscheede de knoop noemen, dit deel is vrij scherp gescheiden van de overige bladscheede en wijkt zoowel door opgezwollen vorm alsook in inwendigen bouw af van het overige deel der bladscheede.

Het bovenste gedeelte van de bladscheede wordt gevormd door het lipje dat bij sommige rijstsoorten zeer sterk ontwikkeld

is, bij andere nagenoeg niet te zien is, bij de z g. drijfrijs is o.a. het lipje of de ligula zeer sterk ontwikkeld.

Het lipje ontstaat doordat de bladscheede tijdens hare ontwikkeling nog verder groeit dan de plaats van aanhechting van de bladschijf. Reeds bij den jongsten bladaanleg is het terug te vinden; ook de bouw doet zien dat het eerder tot de bladscheede dan tot de bladschijf behoort. Meestentijds is het lipje ongekleurd en vliezig en is de bovenrand onregelmatig ingescheurd.

In het lipje verlopen dezelfde vezelbundels als in de bladscheede nabij de vaatbundels, de opperhuidscellen zijn echter hier niet meer zoo verdikt, de vaatbundels zijn eveneens belangrijk gereduceerd, terwijl van de inwendige luchtkanalen niets meer te zien is. De inhoud verdwijnt reeds vroegtijdig uit de cellen welke het lipje opbouwen en sterven deze cellen af. Op de opperhuid vindt men aan de buitenzijde van het lipje nog korte stekels en kleine cilindrische haartjes gezeten.

Bij het volwassen blad is het lipje dus een doode weefselmasa en vervult het een geheel mechanische rol. Het dient wel in hoofdzaak om de ruimte tusschen stengel en bladscheede zooveel mogelijk af te sluiten en zoo b.v. het regenwater dat langs de oppervlakte van het blad neerstroomt zooveel mogelijk te verhinderen zich te verzamelen tuschen bladscheede en stengel.

Behoedt het dus aan de eene zijde voor te overmatige vochtigheid, aan de andere zijde zorgt het lipje ook door afsluiting dat er binnen de bladscheede steeds eenige vochtigheid heerscht zoodat het weke onderdeel van het stengellid dat door de bladscheede omsloten wordt, voor uitdroging wordt behoed.

Terwijl in het overige deel der bladscheede door vezelbundels en strooken een zoo groot mogelijke stevigheid wordt verkregen, vindt men in de bladscheede-knoop juist het tegenovergestelde en is door collenchym, dat de plaats der vezels inneemt, een groote buigzaamheid verkregen.

Bij mikroskopisch onderzoek van de bladscheede-knoop vindt men een opperhuid uit kleine vierkante cellen bestaande, met gelijkmatig verdikten wand. Hier en daar zijn tusschen de grootere cellen kleinere, wier inhoud nagenoeg geheel verdwenen is.

Aan deze opperhuid sluiten zich onmiddellijk parenchymcellen aan, luchtvoerende holten ontbreken hier nagenoeg geheel, slechts zijn kleinere intercellulaire kanalen nabij den omtrek te vinden.

De parenchymcellen zijn vrij stevig gebouwd met gelijkmatig verdikten wand. Dicht nabij den buitenomtrek verloopt een reeks kleinere vaatbundels, omgeven door een dikke massa collenchymatische vezels. Dit collenchym heeft zich bij een tweede reeks concentrische vaatbundels nog sterker ontwikkeld, alwaar het eigenlijk vaatbundelgedeelte (het phloeem en xyleem) belangrijk is gereduceerd, daarentegen de massa van collenchymatische vezels, vooral aan den kant gericht naar de buitenzijde, een sterke uitbreiding heeft gekregen.

Het collenchym bestaat uit korte, gelijkmatig verdikte vezels wier wanden echter niet verhout zijn.

De overige (grond) massa van de bladscheede-knoop wordt door parenchym gevormd, waarvan het gedeelte dat zich tegen de buitenzijde van een knoop bevindt, zich eveneens kenmerkt door het collenchymatisch karakter.

Slechts in de buitenste lagen van het parenchym der bladscheede vindt men bladgroen en gepaard hiermede het optreden van zetmeel. Ook in de bladscheede-knoop vindt men voornamelijk in de buitenste cellenlagen het bladgroen, terwijl verder nog vrij groote kristallen van oxaalzure klak in deze cellen voorkomen. Sommige rijstvarieteiten hebben een violet gekleurde bladscheede welke kleur berust op het voorkomen van gekleurd celvocht in de buitenste cellenlagen. Evenals bij andere grassen hebben ook sommige rijstvarieteiten de eigenschap zich meer of minder te legeren. Is dit legeren het gevolg van wind of regen, dan zal de plant trachten aan het blad en dus ook aan de stengels zooveel mogelijk den vroegeren stand wederom terug te geven en dus de stengels op te richten. Het eigenlijke stengelgelid is echter weinig buigzaam en slechts het ondergedeelte nabij den knoop, dat besloten blijft door de bladscheede, is buigzaam. Uit zich zelve echter mist dit gedeelte de kracht zich te krommen.

Wanneer men van een stengel voorzichtig de bladscheede met haar knoop verwijdt en den stengel alsdan in een horizontale positie

brengt zal men zien dat de stengel deze positie blijft behouden. Anders is het echter wanneer men de bladscheede-knoop ongeschonden laat en thans eveneens den stengel horizontaal naar beneden buigt.

Na korten tijd ziet men dan den stengel zich naar boven bewegen, de zetel der krachten, die deze beweging ten gevolge hebben, is dus in bladscheede-knoop gelegen.

Na eenigen tijd zich gekromd te hebben, ziet men dat daarbij de zijde der bladscheede-knoop welke zich aan de onderzijde bevond, aanmerkelijk in lengte toeneemt, daarentegen de bovenzijde, welke aan de binnenzijde der kromming komt te liggen, plooiën vertoont. Reeds vrij spoedig nadat de kromming voltooid is, heeft er tevens wandverdikking plaats in de oorspronkelijk collenchymatische cellen. Ten slotte verandert de collenchym-massa, welke de vaatbundels omgeeft, in dikwandige, stevige vezels, welke aan het gekromde gedeelte de noodige stevigheid geven. Ook bij oudere bladscheeden geschiedt hetzelfde en kan daar ten slotte een vezelmassa in de plaats komen van de collenchymbundels.

Naar het schijnt komt het legeren niet bij alle variëteiten der rijst even sterk voor, sommige variëteiten doen het sterker en veel spoediger dan andere, hierbij zijn echter ook de rijkdom van den bodem aan voedende bestanddeelen en wel in het bijzonder aan stikstof en ook de plantwijdte niet zonder invloed.

Het eigenlijke blad is door een bladgewricht verbonden met de bladscheede. Reeds uitwendig doet zich dit bladgewricht kennen door de lichtere kleur. De hoofdnerf van het blad zet zich naar beneden toe voort in de hoofdnerf van de bladscheede; terzijde van deze hoofdnerf vindt men op het gewricht aan beide zijden een driehoekige gewrichtsvlakte. Deze is door een scherpen rand van de bladscheede afgescheiden, gaat daarentegen aan de bovenzijde geleidelijk over in het eigenlijke bladweefsel. Bij jonge bladen is het weefsel dezer gewrichtsvlakte licht groen gekleurd, bij de oudere gaat het echter indrogen en verliest de groene kleur. Wordt nu door wind of regen het blad naar beneden gebogen, dan scheurt het bladgewricht daar, waar de weefsels reeds zijn ingedroogd en kan dusdoende het blad worden terug-

gebogen zonder dat de bladscheede zelve van den stengel wordt losgemaakt. Bij jonge bladen heeft hetzelfde plaats, het weefsel van het bladgewricht is dan echter nog elastisch en geeft voldoende mede om het blad te veroorloven naar beneden om te buigen. Houdt dan de kracht die het blad terugboog, op te werken, dan zal het blad door de elasticiteit van het gewrichtsweefsel weder spoedig den oorspronkelijken stand innemen.

In jeugdigen toestand staat het blad recht overeind; naarmate het zich meer en meer gaat ontplooiën, neemt het tevens een schuinen stand in ten opzichte van den stengel. Naargelang deze hoek grooter wordt, neemt ook de oppervlakte van het gewrichtsvlak toe, de groei en toename in grootte van dit gewrichtsvlak heeft den schuinen stand van het blad ten gevolge.

De bouw van de gewrichtsvlakken wijkt in vele opzichten af van hetgeen men bij de bladscheede en bladschijf vindt en wel voornamelijk in dit opzicht, dat wij hier evenals bij de bladscheedeknoop het geval was, in stede van vezels welke de vaatbundels vergezellen, een vrij sterke ontwikkeling van collenchym aantreffen (fig 43). Verder is opmerkingswaardig dat, terwijl in het blad vooral tusschen de evenwijdig verloopende vaatbundels, talrijke zijtakken voorkomen die hen onderling verbinden, deze bij de vaatbundels welke in de gewrichtsvlakte verlopen, ontbreken behalve in het middenste gedeelte dat aansluit aan den hoofdnerf der bladschijf en bladscheede. Doordat deze zijdelingsche verbindingen ontbreken, laten dan ook later de vaatbundels gemakkelijker van elkander los, zonder dat zulks een storing in het stoftransport in de vaatbundels ten gevolge heeft. De zijdelingsche verbindingen der vaatbundels in bladschijf en bladscheede zorgen in voldoende mate voor de onderlinge verbinding der vaatbundels aldaar.

Bij de jonge bladen waar de gewrichtsvlakken nog saprijk en lichtgroen zijn, zijn deze iets dikker dan de schijf en bladscheede, het weefsel bestaat uit vrij dikwandige parenchym-cellen.

De opperhuids-cellen welke bij de overige bladgedeelten gegolfd zijn en voorzien van een vrij dikken verkiezelden wand en meest in de lengte zijn gestrekt, zijn bij de gewrichtsvlakken

kort opééngedrongen en blijven dunwandig, terwijl ook de huidmondjes ontbreken. Naar den rand van de gewrichtsvlakken toe, wordt het weefsel allengs dunner en bestaat de uiterste rand alleen uit parenchym-weefsel.

Ook bij de vaatbundels welke nabij den rand verlopen, worden nagenoeg geen mechanische elementen aangetroffen.

Ter zijde van de gewrichtsvlakten vindt men de z. g. bladoortjes (fig 44). Bij nog jonge bladen zijn deze meestal teruggeslagen en omvatten den stengel, bij oudere bladen zijn zij verschrompeld en vallen licht af. De bladoortjes behooren waarschijnlijk tot de eigenlijke bladschijf en zijn als 't ware van het bladgewricht terzijde losgescheurd. Het weefsel der bladoortjes bestaat uit tamelijk dikwandige parenchym-cellen waarin een paar zeer gereduceerde vaatbundels verlopen (fig 45).

Kenmerkend voor de bladoortjes zijn de lange stijve haren welke aan den rand zijn ingeplant. Soms vindt men een zelfde soort haren onder aan het bladgewricht.

Het laatste deel van het blad is de bladschijf. Deze lintvormige bladschijf is evenwijdig generfd, met een vrij sterk ontwikkelde hoofdnerf.

In jongen toestand zijn de bladen om elkander gerold en wel afwisselend links en rechts, zoodat de bladeren elkander omsluiten. Tegelijkertijd dat het blad zich van den stengel gaat verwijderen, gaat het zich ontrollen, wanneer het ten slotte zich geheel heeft ontwikkeld, is het vlak uitgespreid.

Niet alleen ten gevolge van den stand van het blad, maar ook door verschillen in den bouw valt een boven- en onderzijde te onderscheiden (fig. 46, 47, 49).

De opperhuid of epidermis aan de bovenzijde van het blad verschilt naarmate deze zich uitstrekt over de nerven, welke als richels boven de oppervlakte uitsteken of wel zich op het ingezonken deel tusschen de nerven bevindt. Op beide gedeelten bestaat de opperhuid uit lang gerekte tafelvormige cellen; op de laatstgenoemde gedeelten zijn de zijwanden dezer opperhuidscellen echter sterk gegolfd, terwijl dit in het eerstbedoelde gedeelte minder het geval is. Tusschen de opperhuidscellen vindt

men huidmondjes in regelmatige reeksen geplaatst, welke nagenoeg ontbreken op het gedeelte boven de nerven.

De buitenwand der opperhuidscellen is sterk verdikt en verkiezeld, hierop komen talrijke wratvormige verhevenheden voor (fig. 50), zoodat wanneer men de opperhuid van boven beziet deze met tallooze stippels bezet schijnt te zijn. Op de gedeelten, waar de opperhuid de nerven bedekt, zijn deze wratvormige verhevenheden minder in aantal, daarentegen vindt men daar uitgroeiingen op de opperhuidscellen in den vorm van een scherp toegespitsten stekel. Deze stekel is gekromd en met zijn punt naar boven gericht wat men o.a. bemerkt wanneer men langs een blad van onderen naar boven strijkt. Aan de onderzijde van het blad zijn de opperhuidscellen iets korter, men vindt er talrijker stekels en eveneens de huidmondjes in grooter getale.

De huidmondjes bestaan uit twee sluitcellen met nevencellen wier sterk verdikte buitenwand over de sluitcellen heen uitsteekt en deze dus gedeeltelijk bedekt.

Behalve de stekels welke ontstaan door de uitgroeiing van een opperhuiscel, vindt men nog op de opperhuid vrij lange haren.

Deze laatsten bestaan uit een basale cel waarop het lange dunne haar vastzit. Deze haren staan eveneens in evenwijdige reeksen op de nerven ingeplant, zij zijn schuins naar boven gericht; hun wand is geheel verkiezeld. Bij sommige padi-varieteten kunnen deze haren soms meerdere millimeters lang worden en is het dan duidelijk te zien, dat de boven-oppervlakte van het blad een wollig uiterlijk heeft. Aan de onderzijde van het blad ontbreken zij.

De rand van het blad (fig. 51) bestaat uit opperhuidscellen, wier wand meest iets sterker verdikt is, men vindt tevens dat afwisselend om den ander, de rand-cel tot een stevigen gekromden, stekel is uitgegroeid, wier punt naar boven is gericht en nagenoeg tegen den rand van het blad aangebogen is.

Het onderste gedeelte van dezen stekel is van een sterk verdikten wand voorzien.

Het gedeelte van het blad tusschen de boven- en onderopper-

huid wordt ingenomen door het bladmoes of bladparenchym en verder door de vaatbundels welke als nerven zichtbaar zijn op het blad (fig. 52).

Het bladmoes bestaat uit nagenoeg geheel gelijkvormige cellen, die eenigszins in de lengte gestrekt zijn (fig. 47).

De wand dezer cellen heeft aan de binnenzijde talrijke plooien, welke als lijsten in de celholte uitsteken, deze celwand-plooien vindt men soms ook nog bij de opperhuidscellen. De bladmoes-cellen bevatten protoplasma, bladgroen en zetmeel.

Door de celwand-plooien wordt, aan het wandstandig protoplasma de gelegenheid gegeven zich over een aanzienlijk grooter oppervlakte uit te breiden, dan wel het geval zoude zijn zoo de celwand aan de binnenzijde geheel glad was.

Tusschen de bladmoes-cellen zijn vrij groote intercellulaire ruimten, welke onderling in verbinding staan en op hun beurt weder met de ademholte onder het huidmondje.

Nabij de bovenzijde van het blad vindt men in het bladmoes een groep van cellen, welke eigenlijk tot de opperhuid behooren en als 't ware in het bladmoes zijn uitgegroeid. De buitenwand dezer cellen is verdikt op de wijze van den buitenwand der andere opperhuidscellen, echter ontbreken hier de wratvormige verhevenheden. In de opperhuidscellen ontbreekt het bladgroen, ook in deze laatste cellen is dit afwezig. De binnenwand, die tegen het bladmoes aankomt is bij deze groote opperhuidscellen dun en onverhout.

Op regelmatige afstanden verlopen de vaatbundels (fig. 52) in het blad welke de nerven vormen; de hoofdnerf welke het midden van het blad inneemt is het grootst, terweerszijden nemen de vaatbundels der zijnerven geleidelijk in doorsnede af, met dien verstande evenwel dat somtijds tusschen twee grootere nerven zich een of meer kleinere nerven bevinden met corresponderende kleineren vaatbundel.

De bovenzijde en benedenzijde van den eigenlijken vaatbundel wordt ingenomen door een bundel vezels, welke bij de hoofdnerf en de grootere zijnerven naar verhouding het sterkst is ontwikkeld. Door een dergelijken vaatbundel met de beide vezelbundels wordt

de geheele dikte van het blad ingenomen en strekken zij dus zich bij wijze van langsschotten uit welke de opperhuid van boven- en onderzijde van het blad uitéénhouden en het blad in evenwijdige gedeelten verdeelen, wier tusschenruimte dan door het bladmoes is opgevuld.

De bouw der vaatbundels stemt geheel overeen met hetgeen wij reeds vroeger voor den vaatbundel van den stengel beschreven (fig. 52).

Ook hier vinden wij wederom een collateralen bouw waarbij het houtgedeelte naar de bovenzijde van het blad is gericht, de geheele vaatbundel wordt omsloten door een sterk ontwikkelde vaatbundelscheede.

Over 't algemeen loopen de vaatbundels in de bladen recht door van bladbasis tot bladtop, hier en daar komen echter zijdelingsche vertakkingen voor, waardoor de vaatbundels onderling in verbinding staan. Zij zijn echter niet van elkander afhankelijk voor toevoer van water e.d., zooals blijkt wanneer men een rijstblad overlangs splijt, waarbij de beide deelen even frisch blijven als voorheen.

Naar den top van het blad toe, nemen de vaatbundels voortdurend in omvang af, zoodat ten slotte enkel eenige spiraalvaten overblijven, welke het uiteinde van den vaatbundel vormen.

DE BLOEM.

De bloeiwijze van de rijst bestaat uit een hoofdas met zijassen waaraan zich de aren bevinden; de geheele bloeiwijze is een samengestelde aar.

Aan de rijstbloem onderscheidt men ten eerste de kafjes, waarvan de bouw reeds vroeger beschreven werd. Deze kafjes zijn geen eigenlijke bloembekleedselen, maar op te vatten als schutbladen waar binnen zich de eigenlijke bloem bevindt.

Bij de kelkkafjes en het onderste kroonkafje is dan de vorming der eigenlijke bloem achterwege gebleven en vinden wij deze slechts in den oksel van het bovenste kroonkafje. De bloem zelve is schijnbaar eindstandig en sluit bij de rijst op deze wijze de bloemspil af, bij andere grassen blijkt het dat deze laatste zich soms nog iets verlengt boven de hoogste bloem en dus eigenlijk zijdelings geplaatst is. Naar analogie meent men dat de bloem bij de rijst dus slechts schijnbaar den eindstand inneemt.

Binnen het hoogste kroonkafje vindt men twee kleine schubjes welke zich onmiddellijk onder de eigenlijke bloem bevinden (fig. 53).

Men noemt deze schubjes weleens „honigschubjes” of „lodiculae,” deze eerste benaming is minder juist daar zij geen honig afscheiden en een gansch andere rol vervullen in de organisatie der bloem als de eigenlijke honigschubjes bij andere bloemen. Aan hunne onderzijde zijn deze schubjes eenigermate vergroeid. Bij enkele grassen komen tegenover deze lodiculae aan de andere zijde der bloem nog een dergelijk paar vergroeide schubjes van den zelfden bouw voor en wettigt dit de opvatting dat zij te beschouwen zijn als een derde zeer rudimentair gebleven kroonkafje.

Bij de nog ongeopende of pas geopende bloem bestaan de lodiculæ uit een duncellig weefsel van veelhoekige eenigszins in de lengte gerekte cellen, waartusschen enkele spiraalvaten verspreid loopen. De cellen bevatten een ongekleurd celvocht en vrij groote kernen. Wordt nu op de een of andere wijze aan deze lodiculæ water toegevoerd, dan zwellen de cellen waaruit zij zijn opgebouwd, sterk op en neemt het schubje vooral aan het onderste gedeelte aanmerkelijk in omvang toe; hiervan is het gevolg dat de kroonkafjes door den inwendigen druk hierop uitgeoefend uiteenwijken en de bloem zich opent. Verliezen de lodiculæ weder hun water, dan houdt ook de druk op waardoor de kroonkafjes zich openden en sluit zich de bloem weder.

In een bloem waar reeds z.g. vruchtzetting heeft plaats gehad is het openen of sluiten van geen beteekenis meer voor de verdere verrichting der bloem en schrompelen de lodiculæ reeds spoedig ineen, zoodat zij in zulk een stadium ook slechts met moeite zijn terug te vinden.

De eigenlijke bloem bij de rijst is naakt, d.w.z. wij vinden noch kelk of bloembladen, noch bloemdek en bestaat de bloem slechts uit de meeldraden ten getale van zes en het vruchtbeginsel bestaande uit een stamper met twee stempels.

De meeldraden zijn in één enkelen kring geplaatst en vormen den buitensten krans der bloemdeelen. Zij bestaan uit een helm draad en helmknop. De helmknop zelve is langwerpig ovaal en door een tusschenschot (het helmbindsel) in twee zakjes verdeeld welke het stuifmeel bevatten. Het helmbindsel is iets korter dan de stuifmeelzakjes; wanneer de stuifmeelzakjes zich van hun inhoud ontlast hebben, krullen deze zich op en gaan de polen uiteenwijken, zoodat het leeggestoven stuifmeelzakje den vorm van een X aanneemt.

Elk stuifmeelzakje bevat op haar beurt wederom twee hokjes welke zich door een overlansche spleet openen en op deze wijze dus het stuifmeel vrij laten.

De helmdraad is opgebouwd uit dunwandige cellen te midden waarvan een zeer dunne vaatbundel verloopt, deze zet zich voort in het helmbindsel en verloopt tot aan den top.

Bij de rijstplant zijn de stuifmeelkorrels geheel glad, op enkele kleine wratvormige verhevenheden (kiemporie) na, alwaar de exine wand zeer dun is en de intine bij wijze van een prop naar buiten treedt. Wanneer een stuifmeelkorrel in water komt begint de intine op te zwellen en puilt weldra naar buiten op de plaats waar de exine wand het dunst is. Hiermede gaat gepaard een toename in volume van den inhoud van de stuifmeelkorrel en groeit deze langzamerhand als een buis naar buiten uit.

In normale omstandigheden komt de rijpe stuifmeelkorrel terecht op den stempel en vindt aldaar een min of meer suikerhoudende kleverige zelfstandigheid. Hier bestaat er dus gelegenheid voor den stuifmeelkorrel om zeer langzaam water op te nemen en verloopt dus de zwelling van het inwendige in evenredige mate langzaam en geleidelijk. Brengt men echter een rijpe stuifmeelkorrel in water dan heeft de zwelling zoo plotseling plaats, dat als 't ware de korrel openbarst en nu niet alleen de exine maar ook de intine en de inhoud uit de stuifmeelkorrel wegvloeit. Bij onrijpe stuifmeelkorrels geschiedt eenigermate hetzelfde, alleen met dit verschil, dat daar het openbarsten iets langzamer verloopt en de inhoud op willekeurige plaatsen naar buiten treedt, dus niet op de plaatsen der kiemporiën zooals in 't eerste geval.

De stamper is bij de rijst opgebouwd uit een enkel vruchtblad en draagt de zaadstreng of placenta slechts een zaadknop welke hemitroop is geplaatst en iets scheef met de micropyle of het poortje naar buiten gericht.

De stijl is kort en splitst zich in twee stempels wier vedervormige uiteinden bezet zijn met tallooze papillen gevuld met donkerrood gekleurd celvocht.

Deze papillen scheiden op hun oppervlakte de suikerhoudende kleverige vloeistof af, waardoor de stuifmeelkorrels welke op de stempels vallen worden vastgehouden. De stempel is opgebouwd uit cellen welke evenals de papillen een dunnen wand hebben en onderling vrij groote openingen openlaten. Door deze openingen dringt de stuifmeelbuis gemakkelijk tusschen de cellen door om tenslotte in het stijlkanaal te komen dat tot de holte voert binnen den stamper (waar het eitje zich bevindt).

Het vruchtbeginsel zelf heeft een ovale gedaante en bestaat uit den vruchtwand, welke de holte omsluit waarin zich het eitje bevindt. In jongen toestand onderscheidt men aan den vruchtwand een buiten opperhuid en een binnenopperhuid, beiden uit min of meer of geplatte tofelvormige cellen bestaande. Dicht nabij den buitenwand eenige lagen klein celligweefsel waarvan een gedeelte zich bij den lateren groei van den vruchtwand na de bevruchting, in de lengte strekt en tot de buiscellenlaag wordt. Tusschen binnen- en buiten-opperhuid vindt men verder eenige lagen parenchymcellen waartusschen de vaatbundels verlopen.

Aan het eitje of den zaadknop onderscheidt men het centraal gedeelte uit vrij groote dunwandige cellen bestaande de z. g. eikern welke omgeven is door twee eivliezen welke uit kleine cilindrische cellen bestaan. Aan het uiteinde van den zaadknop, op de plaats waar zich de eizak of embryozak bevindt, is er tusschen deze eivliezen een opening, het poortje of micropyle. Op deze plaats zijn tevens de eivliezen iets dikker.

Op het punt waar de eivliezen aan den vruchtwand vastzitten is de onderscheiding in binnenste en buitenste eivlies niet duidelijk meer en vormen zij aldaar den eivoet of zaadmerk (chalaza). Deze verschillende wanden en vliezen dienen ter beschutting en bescherming van het meest gewichtige deel der zaadknop, de eizak, ontstaan uit een der cellen v/d. eikern. De ruimte binnen de eivliezen is door een groot-cellig weefsel opgevuld voorzoover deze niet door den embryozak wordt ingenomen.

De embryozak bestaat uit één groote cel met één celkern; Reeds vóór de bevruchting gaat deze celkern zich deelen en ontstaan er twee groepen van 3 cellen, welke elke een plaats innemen aan een der polen van den embryozak. De eerste dezer groepen nabij de micropyle (poortje), bestaat uit de eicel benevens de twee synergidien of hulpcellen. De groep hier tegenover geplaatst zijn de z. g. antipoden. Ten slotte ontstaat uit de samensmelting van twee kernen een secundaire embryozak kern.

Nadat deze deelingen zijn afgeloopen en aldus een nieuwe groep van cellen binnen den embryozak is ontstaan, is het vruchtbeginsel gereed om bevrucht te worden. De zichtbare gevolgen

der bevruchting zijn de volgende; eerst ziet men de stuifmeelkorrel die op de kleverige stempel-oppervlakte is gekomen, ontkiemen waarbij door de kiemporie de stuifmeelbuis wier wand uit de intine gevormd is naar buiten treedt. De kern welke zich oorspronkelijk binnen den stuifmeelkorrel bevond heeft zich in tweeën gedeeld, een gedeelte blijft binnen den oorspronkelijken stuifmeelkorrel; het andere gedeelte verplaatst zich in de stuifmeelbuis. Deze laatste groeit verder en verder, eerst buiten op den stempel maar weldra ook binnen den stijl en komt ten slotte binnen de holte van het vruchtbeginsel en groeit in deze holte verder tot de stuifmeelbuis het poortje of micropyle bereikt. Meestal vallen tegelijkertijd meerdere stuifmeelkorrels op den stempel en beginnen daar een stuifmeelbuis te maken, slechts één buis echter groeit door tot het inwendige van het vruchtbeginsel. Zoodra de eigenlijke bevruchting in geschied, dus onmiddellijk na het binnendringen van het poortje (micropyle), verdrogen de stempels en met hen de stuifmeelkorrels en eventueele stuifmeelbuizen welke zich wellicht reeds hadden begonnen te ontwikkelen.

De stuifmeelbuis dringt nu door het poortje door tot de eicel en vereenigt zich daar de kern welke zich in de stuifmeelbuis bevond met die der eicel tot een nieuwe kern, welke de moederkern is van alle verdere kernen welke zich zullen bevinden in het nieuwe individu dat uit de eicel voorkomt. Tegelijkertijd dat dit geschiedt verschrompelen de synergiden of hulpcellen en is spoedig hiervan niets meer te zien. Binnen de eizak bevonden zich verder nog een groep cellen, de antipoden; deze vermenig-vuldigen zich gedurende korten tijd nog en verdwijnen ten laatste ook, wanneer zich uit de overgebleven secundaire eizak-kern, het endosperm of kiemwit gaat ontwikkelen.

De vrije kern welke na de bevruchting binnen de eizak overbleef, ontstond door de samensmelting van twee kernen welke in hun afkomst nagenoeg gelijkwaardig zijn en aan de moederplant hun oorsprong te danken hebben.

Deze secundaire embryo-zak kern gaat zich eerst deelen in verschillende andere kernen, ten slotte plaatsen zij zich op regel-

matigen afstand aan den wand der embryo-zak en zijn gelegen in een dunne laag protoplasma. Weldra treedt hierin een wand uit cellulose bestaande op welke de verschillende kernen van elkander scheidt en ontstaat op deze wijze een laag cellen welke de embryo-zak aan de binnenzijde bekleedt, dit is de eerste vorming van het endosperm. De laag kiemwit of endosperm op deze wijze ontstaan, gaat zich weldra in alle richtingen door gewone celdeeling verder vermenigvuldigen en vult ten slotte geheel de embryo-zak met een groot-cellig weefsel op, waarvan de cellen in jongen toestand nog groote vacuolen bezitten en met een schuimig protoplasma zijn opgevuld.

Reeds vrij spoedig ziet men zetmeel in deze cellen optreden en is tegen den tijd van de rijpheid der vrucht, het endosperm geheel met dit reserve-voedsel opgevuld.

Wij zagen reeds hoe na de bevruchting de hulpcellen of synergiden verdwijnen, waarschijnlijk geven zij hun inhoud daarbij ter voeding af aan de eicel. In deze eicel ontstaat een nieuwe kern uit de samensmelting van de kern door de stuifmeelbuis aangebracht en die der eicel. De eicel gaat zich na de versmelting der evengenoemde kernen, spoedig deelen en ontstaat op deze wijze een onderste cel waaruit de kiemdrager of suspensorium zal ontstaan, die uit een paar cellen bestaat, terwijl uit de bovenste cel door verdere deeling en vermenigvuldiging ten slotte de kiem wordt gevormd.

Blijft de bevruchting achterwege, dus heeft er geen versmelting plaats van stuifmeel-kern en eicel-kern, dan verschrompelt na eenigen tijd de eicel en verdroogt met haar ten slotte het vrucht-beginsel. Er ontstaat dan een vooze bloem, waar binnen de normaal ontwikkelde kafjes, zich nog de verdroogde bloemdeelen bevinden.

VERKLARING DER FIGUREN.

- Fig. 1. Behaarde rijst. kl.... kelkkafjes, kr.... kroonkafjes, kf.... kafnaald.
- » 2. Verschillende deelen der rijst schijnvrucht. Verklaring als bij fig. 1. vr..... vrucht.
  - » 3. Vergroende en doorgegroeiide kelk en kroonkafjes.
  - » 4. Rijst-varieteit met groote kelkkafjes (kl.)
  - » 5. Behaarde rijst met ongelijke kafnaalden.
  - » 6. Onbehaarde rijst-varieteit. (kafnaalden als kleine stekels zichtbaar).
  - » 7. Dwarsche doorsnede door kafjes, ten einde onderlinge aanéénsluiting te doen zien (zwak vergroot).
  - » 7^a. idem als fig. 7 (vergrooting ¹₅₂₀).
  - » 8. idem als fig. 7. (vergrooting ¹₅₂₀).
  - » 9. Dwarsche doorsnede door kroonkafje (naar Moeller).
    - ep.... opperhuid
    - h.... onderhuidsche weefsel
    - p.... parenchymlaag.
    - c.... binnenopperhuid
    - s.... ééncellig haar.
  - » 10. Verschillende deelen van het kroonkafje geïsoleerd (naar Moeller).
    - f.... hypodermale vezel
    - fl.... » » »
    - ep.... opperhuidscel
    - h.... haar (stekel).
  - » 11. Rijstvrucht (a.... kiem) (n. E. u. Pr.)
  - » 12. Zilvervlies (droog) Dw. drsn.
  - » 13. Jonge vrucht Dw. drsn. ¹₅₀₀ a.... vruchtwand
    - b.... buiscellenlaag

ERRATA.

De figuren 12 en 48 ontbreken.

- e .... epitheel vruchtwand
- z .... epidermis zaadknop.
- p .... perisperm (verdwijnt later).
- end .... endosperm.

fig. 14. Jonge vrucht Lgt. drsn. $\frac{1}{500}$ (zie voor verklaring der teekens fig. 13).

- » 15. Zilvervlies (droog) van buiten gezien (naar Moeller).
- » 16. Zetmeelkovrels van rijst (naar Moeller).
- » 17. Kiem dw. drsn. $\frac{1}{35}$ a .... schildje
  - b .... jonge bladen
  - c .... kiemwortel
  - d .... stengelgroei punt
  - e .... hypocotyle stengel
  - f .... kiembladschede
  - g .... epiblast
  - h .... wortelscheede.

fig. 18. Opperhuid van het schildje dw. drsn. $\frac{1}{500}$

- » 19. Kiemplant van rijst k .... kiembladscheede
  - b .... jong blad.
- » 20. Wortelgroei punt lgt. $\frac{1}{320}$ a .... plerom
  - b .... peribleem
  - c .... dermatogeen
  - d .... calyptrogeen.
- » 21. Wortelgroei punt lgt. $\frac{1}{520}$ begin cellen a van het plerom
  - b » peribleem en dermatogeen
- » 22. Wortel dw. drsn. op $\frac{1}{25}$ m.M. van het groei punt.
- » 23. Wortel dw. drsn. op $\frac{2}{5}$ m.M. van het groei punt.
- » 24. Jonge wortel dw. drsn. (primaire bast) vergr. $\frac{1}{325}$
- » 25. Jonge wortel dw. drsn. (absorptie gebied) verg. $\frac{1}{325}$
  - e .... endodermis
  - p .... pericambium.
- » 26. Wortelbast dw. drsn. vergr $\frac{1}{325}$ ex .... exodermis.
- » 27. Oudere wortel dw. drsn. vergr. $\frac{1}{50}$
- » 28. Oudere wortel dw. drsn. vergr $\frac{1}{325}$

- fig. 29. Haarwortel dw. drsn. vergr. ¹₃₂₅ c.... endodermis
h.... houtvat.
- » 30. Stengeltop lgt. vergr. ¹₅₂₀ a.... bladaanleg.
- » 31. Stengel opperhuid.
- » 32. Jonge stengel dw. drsn. vergr. ¹₅₂₀.
- » 33. Oudere stengel dw. drsn. a.... opperhuid vergr. ¹₃₂₅.
- » 34. Oudere stengel dw. drsn. vergr. ¹₁₁₅.
- » 35. Vaatbundel stengel dw. drsn. vergr. ¹₅₂₀.
- » 36. Mergcellen (jong) dw. drsn. ¹₅₈₀.
- » 37. Stengelknoop lgt. (schematisch).
- » 38. Stengel drijfrijs dw. drsn. (half schematisch).
- » 39. Bladscheede rugzijde dw. drsn. (half schematisch)
vergr. ¹₅₀.
- » 40. Bladscheede drijfrijs dw. drsn. (half schematisch)
vergr. ¹₅₀.
- » 41. Bladscheede met tusschenschot (jong) dw. drsn.
vergr. ¹₃₂₅.
- » 42. Bladscheede met onderhuidsche vezellaag dw. drsn.
vergr. ¹₃₂₅.
- » 43. Gewrichtsvlak v/e blad dw. drsn. vergr. ¹₃₂₅.
- » 44. Bladoortjes (n. Celakovsky) l = ligula (lipje).
o. bladoortje.
- » 45. Bladoortje dw. drsn. vergr. ¹₃₂₅.
- » 46. Blad dw. drsn. vergr. ¹₁₄₀.
- » 47. Blad dw. drsn. vergr. ¹₈₀₀.
- » 49. Blad lgt. vergr. ¹₇₅₀.
- » 50. Blad opperhuid dw. drsn. vergr. ¹₈₀₀.
- » 51. Bladrand dw. vergr. ¹₆₀₀.
- » 52. Blad, dw. drsn. vergr. ¹₆₀₀.
- » 52. Bloem lgt. (schematisch.) a. kelkkafje
b. kroonkafje
c. lodicula.
d. helmdraad
e. vruchtbeginsel.

FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

FIG. 4.

FIG. 5.

FIG. 6.

FIG. 7.

FIG. 7^a.

FIG. 8.

FIG. 9.

FIG. 10.

FIG. 11.

FIG. 13.

FIG. 14.

FIG. 15.

FIG. 16.

FIG. 17.

FIG. 18.

FIG. 19

FIG. 20

FIG. 21.

FIG. 22.

FIG. 23.

FIG. 24.

FIG. 25.

FIG. 26.

FIG. 27.

FIG. 28.

FIG. 29.

FIG. 31.

FIG. 30.

FIG. 32.

FIG. 33.

FIG. 34.

FIG. 35.

FIG. 36

FIG. 37.

FIG. 38.

FIG. 39.

FIG. 40

FIG. 41.

FIG. 42.

FIG. 43.

FIG. 44.

FIG. 45

FIG. 46.

FIG. 47.

FIG. 49.

FIG. 50.

FIG. 51.

FIG. 52.

FIG. 53.